



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 101 61 820 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
**F 16 C 33/64**  
C 23 C 4/10

1  
DE 101 61 820 A 1

21 Aktenzeichen: 101 61 820.4  
22 Anmeldetag: 14. 12. 2001  
43 Offenlegungstag: 5. 9. 2002

30 Unionspriorität:

00-379734	14. 12. 2000	JP
00-379735	14. 12. 2000	JP
01-02327	10. 01. 2001	JP

71 Anmelder:

NTN Corp., Osaka, JP

74 Vertreter:

Hiebsch Behrmann, 78224 Singen

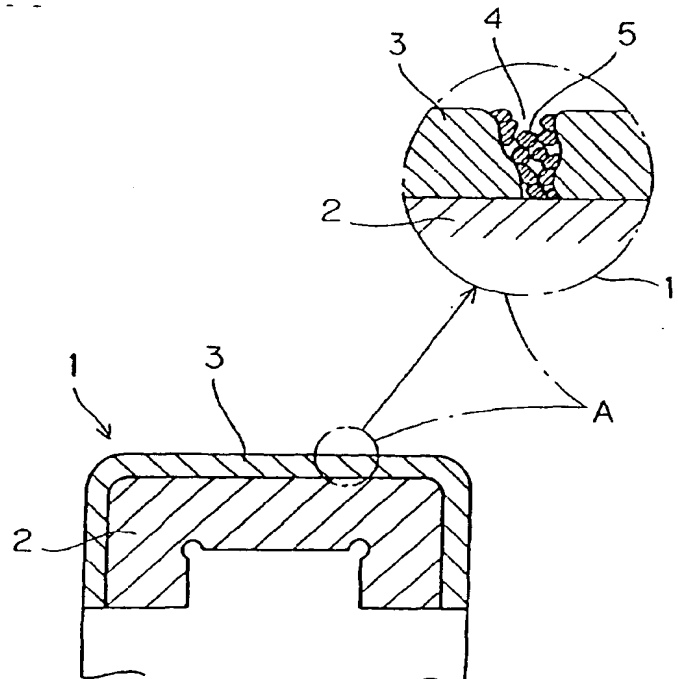
72 Erfinder:

Murata, Tomoatsu, Kuwana, Mie, JP; Ito, Hideji,  
Kuwana, Mie, JP; Tomiya, Akihiko, Kuwana, Mie,  
JP; Masuoka, Couji, Kuwana, Mie, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Elektrokorrosionsbeständiger Wälzlageraufbau

57 In einem Lagerring (1), der eine mit Keramik bespritzte Isolationsschicht (3) aufweist, die durch die Benutzung eines thermischen Spritzverfahrens gebildet wird, erscheinen eine Mehrzahl von Poren (4) in der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht (3), die durch feinverteilte Partikel (5) eines anorganischen Pulvers abgedichtet werden. Porenabdichtung wird durch Imprägnierung mit einer flüssigen Mischung eines flüchtigen organischen Lösungsmittels und des anorganischen Pulvers in den Poren (4) durchgeführt, gefolgt von einer Verflüchtigung des organischen Lösungsmittels, um dadurch die feinverteilten Partikel (5) innerhalb der Poren (4) zu hinterlassen.



DE 101 61 820 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf einen Wälzlageraufbau zur Verwendung in einem Traktionsmotor, einer Antriebsvorrichtung, Achsen und anderen beweglichen Komponenten von Bahnwaggonen, und insbesondere auf einen Wälzlageraufbau, der in einem Umfeld benutzt wird, das eine den Wälzlageraufbau aufnehmende Struktur erfordert, dass der Wälzlageraufbau gegen Elektrokorrosion beständig ist, mit der Absicht, den Fluss von elektrischem Strom durch den Wälzlageraufbau zu beseitigen.

[0002] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zur Fertigung einer äußeren Laufrille für den Wälzlageraufbau, auf einem keramikbeschichteten Lagerring, der darin verwendet wird, und auf ein Verfahren zur Abdichtung von Poren in einer darin benutzten keramikbeschichteten, elektrisch isolierten Auskleidung.

[0003] Wenn ein Erdungsschuh zur Verbindung der Elektrizitätsversorgungsanlage eines Bahnwaggonen mit den Schienen über die Räder unvollständig ist, erlaubt es das Wälzlager, das im allgemeinen in Elektrizitätsversorgungsanlagen von Schienenfahrzeugen benutzt wird, dass elektrischer Strom zwischen den Rädern und der Schiene über Komponenten des Wälzlageraufbaus wie der inneren und äußeren Laufrille (Rillen- bzw. Lagerelement, race) und den Wälzkörpern fließt. Aus diesem Grund beobachtet man oft, dass Funken zwischen den Wälzlageren und einer Laufrille der äußeren oder inneren Laufrille auftreten, was zu Elektrokorrosion führt, und was schließlich die Lebenszeit des Lageraufbaus reduziert.

[0004] Angesichts des Vorangehenden ist ein Wälzlager-Aufbau vorgeschlagen worden, bei welchem eine aus Kunstharz hergestellte Isolierungs-Auskleidung (layer bzw. lining) eingesetzt wird und auf die Passoberfläche der äußeren Laufrille gesetzt wird, die in Kontakt mit einem Gehäuse steht. Da die harzhaltige Isolierungs-Auskleidung jedoch einen relativ großen linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzt, entsteht zwischen der äußeren Laufrille und dem Gehäuse unter Einfluss von Wärme, die sich während des Betriebes des Wälzlageraufbaus entwickelt, eine unerwünschte Lücke.

[0005] Unter Berücksichtigung, dass ein Keramikmaterial als Material für die Isolierungs-Auskleidung bevorzugt wird, da es einen kleineren linearen Wärmeausdehnungs-Koeffizienten und bessere elektrische Isolationseigenschaften besitzt, ist vorgeschlagen worden, auf der äußeren Laufrille eine keramische Auskleidung als isolierende Auskleidung durch die Verwendung eines thermischen Spritzverfahren zu bilden.

[0006] Unter Berücksichtigung der Eigenschaft einer thermisch aufgespritzten Ablagerung, die Keramik aufweist, daß eine isolierende Auskleidung eine Mehrzahl von darin enthaltenen (übriggelassenen) Poren besitzt und dementsprechend eine Abdichtungsbehandlung erfordert, die zum Abdichten dieser Poren führt, kann eine isolierende Auskleidung gute elektrische Isolationseigenschaften zeigen. Wie zum Beispiel in der japanischen offengelegten Gebrauchsmusterveröffentlichung No. 60-85626 offenbart ist, wird die Abdichtungsbehandlung im allgemeinen durch Auffüllen der Poren mit einem synthetischen harzigen Material durchgeführt.

[0007] Die in der mit Keramik beschichteten, isolierenden Auskleidung gebildeten Poren, gebildet durch die Benutzung des thermischen Spritzverfahrens, tendierten dazu, an einem Werkstück – so zum Beispiel Lagerringen – zu kleben, nachdem ein pulverförmiges Material, das aufgespritzt wurde, bei einer erhöhten Temperatur geschmolzen ist. Die Poren in der mit Keramik beschichteten, isolierenden Auskleidung variieren in Größe, von Mikroporen, die durch Rissbildung entstanden sind, bis zu Poren, die zwischen den pulverförmigen Partikeln, ohne ausreichend geschmolzen worden zu sein, vorliegen, als die bespritzte Auskleidung durch Schmelzen der abgelagerten pulverigen Partikel gebildet worden ist. Damit dementsprechend die in der Größe variierenden Poren ausreichend mit synthetischem harzigen Material abgedichtet werden können, so dass eine ausreichende Leistung gezeigt werden kann, ist es erforderlich, sorgfältig Material auszuwählen, das eine zugehörige Permeabilität aufweist, und ein Verfahren, das es erlaubt, in das Material einzudringen einschließlich etwa Imprägnierung unter Atmosphärenverhältnissen, Imprägnierung unter Vakuumverhältnissen und Imprägnierung unter Druckverhältnissen. Jedoch würde, außer die Bedingungen des benutzten Materials, die Prozesstemperatur und die Drucksteuerung sind geeignet geregelt, die elektrische Isolierungsleistung beträchtlich beeinträchtigt sein. Aus diesem Grund ist der Abdichtungsbehandlung schwer durchzuführen und aufwendig. Ferner, da es schwierig ist, das Keramikmaterial in Verbindung mit einem Material zu bringen, das benutzt wird, um Lagerringe des Wälzlageraufbaus herzustellen, und, da es schwierig ist, thermisch gespritzt zu werden, bringt die Benutzung des Keramikmaterials ein Problem im Hinblick auf den Zusammenhalt zwischen der äußeren Laufrille und dem Gehäuse. Auch hat es sich als problematisch herausgestellt, dass, wenn die äußere Laufrille mittels einer Presspassung mit dem Gehäuse verbunden wird, die keramische Auskleidung dazu neigt, sich abzulösen.

[0008] Um die vorgenannten Probleme wesentlich zu überwinden, offenbart die offengelegte japanische Gebrauchsmusteranmeldung Nr. 2-46119 beispielsweise eine dreischichtige Auskleidung, die aus einer äußeren Metallschicht, einer dazwischenliegenden keramischen Isolationsschicht und einer inneren Metallschicht hergestellt ist, und die auf einer Oberfläche der äußeren Laufrille aufgebracht ist, die an das Gehäuse angepasst ist. Jede dieser Schichten wird durch ein thermisches Spritzverfahren gebildet. Von den drei Schichten wird die innere Metallschicht angesichts der Tatsache verwendet, dass das keramische Material, das die Isolationsschicht bildet, weniger gut an dem Material des Lauftrings des Wälzlageraufbaus haftet und nicht einfach thermisch bespritzt werden kann. Die äußere Metallschicht wird benutzt, um ein Abschälen (Abpellen) der Isolierschicht zu minimieren, was ansonsten geschehen würde, wenn die äußere Laufrille mit dem Gehäuse mittels einer Presssitzanpassung verbunden sein würde.

[0009] Wie oben beschrieben, sind die innere und äußere Metallschicht sowie die keramische Isolationsschicht der dreischichtigen Auskleidung sämtlich durch die Benutzung eines thermischen Spritzverfahrens gebildet. Das thermische Spritzverfahren ist jedoch aufwendig, und, da der oben diskutierte Lageraufbau eine dreischichtige Auskleidung verwendet, nimmt der entstehende Aufwand für das Durchführen des thermischen Spritzens den größten Teil der beim Herstellen des Wälzlageraufbaus entstehenden Gesamtherstellungskosten ein, was zu einem erhöhten Preis des Wälzlageraufbaus führt.

[0010] Ferner bringt im Falle des konischen Wälzlagers die Bildung der dreischichtigen Auskleidung eine große Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Graten an entsprechenden Abschnitten der thermisch bespritzten Auskleidung, be-

nachbart gegenüberliegenden Endflächen eines Lagerrings eines großen Durchmessers. Mit anderen Worten, während Luft gleichzeitig während des thermischen Spritzens aus Kühlungsgründen eingeblasen wird, damit eine unerwünschte Zunahme der Temperatur eines Stahlwerkstücks als Grundwerkstoff für den Lagerring unterdrückt wird, wird das dann thermisch bespritzte Material ebenso gekühlt, begleitet durch das Entstehen einer Schrumpfkraft. Aufgrund dieser Schrumpfkraft tendiert die Bindungsstärke zwischen der thermisch bespritzten Auskleidung und dem Stahlwerkstück dazu, sich zu verringern, was zur Bildung von Raten führt.

[0011] In einem Versuch, den Aufwand, der in der Umsetzung des oben diskutierten thermischen Spritzens betrieben wird, zu reduzieren, haben die Erfinder der vorliegenden Erfindung die japanische Patentanmeldung No. 2000-236791 eingereicht, die eine doppelschichtige Struktur vorschlägt, die die vollständige Beschichtungsschicht bedeckt. Jedoch hat es sich gezeigt, dass Belastungsaspekte, die auf Bereiche des Lagerrings wirken, wo die beschichtete Schicht gebildet ist, von Ort zu Ort variieren und dementsprechend die Benutzung der doppelschichtigen Struktur für die vollständig beschichtete Schicht weit von der Rentabilität bezogen auf Bearbeitungsaufwand und verfügbare Funktionalitäten entfernt ist.

[0012] Auch aufgrund des in Fig. 23A gezeigten konventionellen Schleifprozesses, der auf eine äußere Laufrille 26 eines konischen Wälzlagers wirkt, ist es allgemein üblich, zuerst gegenüberliegende Endflächen B und C der äußeren Laufrille gleichzeitig zu schleifen, dann eine äußere periphere Oberfläche D mit den Endflächen B und C, die als Referenzebene verwendet werden, zu schleifen, oder durch Benutzung eines nicht zentrierten (centerless) Schleifverfahrens, und schließlich einen Laufring E der äußeren Laufrille zu schleifen, während die äußere Laufrille von der Endfläche B abgestützt wird und die äußere periphere Oberfläche D als Referenzebene verwendet wird. Dieses Verfahren ist dahingehend zufriedenstellend, dass das konische Wälzlager mit einer hohen Maß- und Rotationsgenauigkeit hergestellt werden kann.

[0013] Im Gegensatz zu dem oben diskutierten standardgemäßen konischen Wälzlager ist ein elektrokorrosionsbeständiges konisches Wälzlager, das im allgemeinen in dem Umfeld benutzt wird, wo notwendig ein Strom innerhalb des Wälzlagers fließt, so ausgebildet, dass die gegenüberliegenden Endflächen B und C sowie eine äußere periphere Oberfläche D der äußeren Laufrille 26 mit einer elektrisch isolierenden Auskleidung (beschichtete Schicht) 27, wie in Fig. 23B gezeigt, beschichtet sind. Diese elektrisch isolierende Auskleidung 27 wird im allgemeinen durch thermisches Spritzen eines Keramikmaterials allein oder einer Mischung eines Keramikmaterials und eines metallischen Materials in einer Vielzahl von Falten (plies) gebildet.

[0014] Jedoch tendiert bei dem konventionellen thermischen Spritzverfahren die Dicke des thermisch bespritzten Materials dazu, beträchtlich zu variieren, und ein gleichförmiges thermisches Spritzen ist schwer zu erreichen, infolgedessen führt es zu einer beträchtlichen Reduktion in der Maßgenauigkeit des äußeren Durchmessers und der Breite und der Rotationsgenauigkeit nach dem thermischen Spritzen, sowie zu einem Zuwachs eines Fehlers in der Schichtdicke.

[0015] Aus diesem Grunde ist es, falls ein Schleifen der gegenüberliegenden Endflächen B und C sowie einer äußeren peripheren Oberfläche D der äußeren Laufrille 26 nach dem thermischen Spritzen in einer ähnlichen Weise durchgeführt wird, wie der Schleifprozess, der benutzt wird, die äußere Laufrille des standardisierten, bereits diskutierten, konischen Wälzlagers zu schleifen, schwierig, den Schleifprozess so durchzuführen, dass die Variation der Schichtdicke der isolierenden Auskleidung 27 unterdrückt wird, was die elektrische Isolierungsleistung beeinflusst. Dieses Problem ist ebenso in selbstausrichtenden Wälzlager und selbstausrichtenden Kugellagern gefunden worden.

[0016] Dementsprechend ist mit der vorliegenden Erfindung beabsichtigt, durch Lösung der oben diskutierten Probleme einen Wälzlageraufbau vorzusehen, der eine exzellente Beständigkeit gegen Elektrokorrosion aufweist.

[0017] Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen mit Keramik bespritzten beschichteten Lagering vorzusehen, der eine exzellente Beständigkeit gegen Elektrokorrosion sowie verringerte Unterschiede in der Isolationsleistung zeigt, sowie ferner eine Abdichtungsmethode zur Porenabdichtung zu schaffen, bei der die isolierende Auskleidung durch thermisches Spritzen eines Keramikmaterials, in einer relativ einfachen Behandlung und Beschaffenheit, gebildet wird.

[0018] Es ist ein anderes Ziel der vorliegenden Erfindung, einen elektrokorrosionsbeständigen Wälzlageraufbau vorzusehen, der eine exzellente elektrische Isolationseigenschaft aufweist und in dem aufgrund der Vereinfachung eines thermischen Spritzprozesses die Anzahl der Bearbeitungsschritte und die Bearbeitungszeit vorteilhaft reduziert werden kann, während eine ausreichende Haftfähigkeit der isolierenden Auskleidung an dem Lagerring oder eine Beständigkeit vor Abblättern sichergestellt wird, die andernfalls während einer Presspassung auftritt, sowie um ein Auftreten eines Grates in der thermisch bespritzten Auskleidung bei gegenüberliegenden Endflächen auf einer Seite mit großem Durchmesser während einer Bearbeitung zu vermeiden.

[0019] Außerdem ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, einen elektrokorrosionsbeständigen Lageraufbau und ein Verfahren zur Herstellung der äußeren Laufrille vorzusehen, wobei eine Variation und ein Fehler in der Dicke der mit Keramik bespritzten isolierenden Auskleidung, die gebildet ist, um gegenüberliegende Endflächen und eine äußere periphere Oberfläche einer äußeren Laufrille zu bedecken, minimализiert sind, so dass eine günstige Maßgenauigkeit, Rotationsgenauigkeit und exzellente elektrische Isolationseigenschaften sichergestellt werden können.

[0020] Die Aufgabe wird durch die Vorrichtung bzw. das Verfahren nach den unabhängigen Patentansprüchen gelöst; vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0021] Ein mit Keramik bespritzter Lagerring ist entsprechend eines ersten Aspektes der vorliegenden Erfindung ein Lagerring, der eine mit Keramik bespritzte Isolationsschicht aufweist, die durch ein thermisches Spritzverfahren entstanden ist, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass Poren, die in der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht auftreten, durch ein feinverteiltes anorganische Pulver abgedichtet werden.

[0022] Im allgemeinen hat anorganisches Material physikalische Eigenschaften, die es weniger empfindlich gegenüber Schwankungen in Umweltbedingungen, wie zum Beispiel Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit, machen. Wenn aus diesem Grund das feinverteilte anorganische Pulver als Abdichtungsmaterial benutzt wird, kann eine stabilisierende Porenabdichtung durchgeführt werden, ohne Notwendigkeit, streng die Bedingungen des Materials, wie Temperatur, Behandlungsdruck und so weiter, zu beachten. Folglich kann durch Stabilisierung des Porenabdichtungsprozesses elek-

trisch leitendes Material, das in die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht eindringt, zum Beispiel gasförmige oder flüssige elektrisch leitende Materialien wie etwa eine Dampfkomponente und/oder eine Feuchtigkeitskomponente, die in der umgebenden Atmosphäre des Lagerrings vorhanden sind, abgeschirmt werden, um eine geeignete elektrische Isolationsleistung sicherzustellen. Auch ist ein Durchführen der Porenabdichtung hinreichend einfach, und die Poren können

durch einen relativ einfachen Prozess abdichtet werden, wodurch der Bearbeitungsaufwand reduziert wird.

**[0023]** Ein Verfahren zur Abdichtung einer mit Keramik bespritzten Isolationsschicht entsprechend eines zweiten Aspektes der vorliegenden Erfindung enthält die Schritte zur Imprägnierung der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht, die auf einer Oberfläche eines Werkstücks durch die Benutzung eines thermischen Spritzverfahren gebildet wird, mit einer flüssigen Mischung eines organischen Lösungsmittels sowie mit einem feinverteilten anorganischen Pulver, damit die flüssige Mischung in die Poren eindringt; und Ruhen lassen der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht oder Erwärmen der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht, so dass nach dem Verflüchtigen der organischen Lösungsmittel Partikel des feinverteilten anorganischen Pulvers innerhalb der Poren verbleiben.

**[0024]** Gemäß diesem Aspekt, bei dem die flüssige Mischung der flüchtigen organischen Lösungsmittel mit dem feinverteilten anorganischen Pulver zur Imprägnierung eingesetzt wird, kann das feinverteilte anorganische Pulver einfach in die Poren der mit der Keramik bespritzten Isolationsschicht eindringen, und durch das Zulassen, dass sich das Lösungsmittel verflüchtigt, können nur feinverteilte Partikel des anorganischen Pulvers innerhalb der Poren verbleiben. Dadurch kann mit einem vereinfachten Prozess eine stabilisierte Abdichtung erreicht werden.

**[0025]** Ein elektrokorrosionsbeständiger Wälzlageraufbau weist entsprechend eines dritten Aspektes der vorliegenden Erfindung einen Lagerring auf, der eine periphere Oberfläche besitzt, die so angepasst ist, dass sie in engem Kontakt mit einem Gehäuse oder einer Welle gehalten wird, wobei der Lagerring eine Belastungsseite und eine Nichtbelastungsseite an gegenüberliegenden Endflächen aufweist, und eine auf dem Lagerring gebildete Beschichtung, so dass die gegenüberliegenden Endflächen und die periphere Oberfläche davon bedeckt sind. Ein Bereich dieser Beschichtung, der die periphere Oberfläche des Lagerrings bedeckt, ist von einer mehrschichtigen Struktur, die eine mit Keramik bespritzte Isolationsschicht und eine Metallschicht aufweist. Ein anderer Bereich der Beschichtung, der die nichtbelastete (nichtbelastungsseitige) Endfläche des Lagerrings bedeckt, besitzt eine kleinere Anzahl von Schichten als die mehrschichtige Struktur mit der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht, die ganz außen liegt. Ein weiterer Bereich der Beschichtung, der die belastete (belastungsseitige) Endfläche bedeckt, ist von derselben mehrschichtigen Struktur, welche die äußere periphere Oberfläche des Lagerrings bedeckt.

**[0026]** Folglich kann, da die Anzahl der Schichten dieses Beschichtungsbereiches, welcher die nichtbelastete Endfläche des Lagerrings bedeckt, auf einen Wert reduziert sein, der kleiner als der der mehrschichtigen Struktur ist, die die periphere Oberfläche des Lagerrings bedeckt, d. h., da ein Bereich der bespritzten Schicht reduziert ist, der thermische Spritzprozess ebenfalls entsprechend vermindert wird, so dass es ermöglicht wird, die Anzahl der Prozessschritte und die Bearbeitungszeit zu reduzieren, und dementsprechend kann der Aufwand reduziert werden. Der Bereich, wo die Schichtenanzahl der bespritzten Schicht reduziert ist, ist derjenige Bereich, der die nichtbelastete Endfläche des Lagerrings bedeckt, und in demjenigen Bereich, wo die Anzahl der Schichten reduziert ist, bleibt die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht die äußerste Schicht, und dementsprechend besteht kein Problem mit nichtausreichender Stärke der Beschichtung und es kann während der Benutzung des Lageraufbaus und/oder dessen Anbringen eine ausreichende elektrische Isolationseigenschaft sichergestellt werden. Folglich kann, während keinerlei Reduktion der Funktionalität der Beschichtung entsteht, Aufwand durch Reduktion der bespritzten Schichten reduziert werden.

**[0027]** Der elektrokorrosionsbeständige Lageraufbau ist, entsprechend einem vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung, ein elektrokorrosionsbeständiger Lageraufbau, bei dem eine äußere, auf einem Lagergehäuse zu befestigende Laufrille eine äußere periphere Oberfläche sowie erste und zweite gegenüberliegende Endflächen aufweist, und eine Beschichtung, die auf der äußeren Laufrille gebildet ist, so dass diese von der ersten Endfläche zu der zweiten Endfläche die äußere periphere Oberfläche bedeckt. Die Beschichtung weist eine mit Keramik bespritzte Isolationsschicht auf, die durch ein thermisches Spritzverfahren und eine metallische Schicht gebildet ist. Dieser elektrokorrosionsbeständige Lageraufbau ist gekennzeichnet dadurch, dass eine Referenzebene zum Abschleifen der äußeren peripheren Oberfläche und der ersten und zweiten Endfläche der äußeren Laufrille durch eine innere periphere Oberfläche der äußeren Laufrille definiert ist.

**[0028]** Entsprechend dieses Aspektes müssen, wenn nachträglich die Beschichtung thermisch aufgespritzt wurde, die Endflächen und die äußere periphere Oberfläche der äußeren Laufrille geschliffen werden, und die äußere Laufrille kann dem Schleifprozess unterworfen werden, wobei die äußere Laufrille durch die Referenzebene abgestützt ist, die an seiner inneren peripheren Oberfläche definiert ist. Selbst wenn daher mögliche Variationen mögliche Variation und Fehler der Schichtdicke der mit Keramik bespritzten Isolation in der Phase der Beschichtung der äußeren Laufrille auftreten, kann die aufgetragene Beschichtung auf den Endflächen und der äußeren peripheren Oberfläche der äußeren Laufrille auf eine erforderliche Schichtdicke geschliffen werden, und dementsprechend weist der elektrokorrosionsbeständige Lageraufbau eine günstige Maßgenauigkeit sowie eine Rotationsgenauigkeit auf, und eine elektrische Isolierungseigenschaft kann erhalten werden.

**[0029]** Ein Verfahren zur Herstellung einer äußeren Laufrille für einen elektrokorrosionsbeständigen Lageraufbau entsprechend eines fünften Aspektes der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung der äußeren Laufrille für den elektrokorrosionsbeständigen Lageraufbau, der in der Form eines konischen Wälzlageraufbaus ist. Dieses Verfahren weist einen ersten Prozess zur Herstellung der äußeren Laufrille auf, der die Schritte zur Bildung einer inneren peripheren Oberfläche in einem Laufring enthält, welcher eine konisch zulaufende Oberfläche bildet, und Bilden einer Beschichtung, die eine mit Keramik bespritzte Isolationsschicht aufweist, die durch ein thermisches Spritzverfahren erreicht wird, sowie eine metallische Schicht, die sich von einer Endfläche zu der gegenüberliegenden Endfläche der äußeren Laufrille über eine äußere periphere Oberfläche derselben erstrecken; und einen zweiten Prozess des Abschleifens der Endflächen und der äußeren peripheren Oberfläche der äußeren Laufrille, die dann dem ersten Prozess unterworfen waren, unter Benutzung einer in den Laufring eingreifenden Einspannvorrichtung (Lehre), welche eine konische Oberfläche aufweist, wobei die äußere Laufrille dem ersten Prozess unterworfen war und, der Laufring als Referenzebene benutzt wird.

- [0030] Mit dieser Methode kann, da der Laufring der äußeren Laufrille, der eine konische Oberfläche aufweist, als Referenzoberfläche benutzt wird, ohne die Notwendigkeit einer speziellen Referenzoberfläche auf der äußeren Laufrille im konischen Wälzlageraufbau, ein präzises Schleifen erreicht werden. Aus diesem Grund kann mit einer vereinfachten Methode derjenige Bereich der Beschichtung, der die Endflächen und äußere periphere Oberfläche der äußeren Laufrille überdeckt, auf eine erforderliche Schichtdicke geschliffen werden, und dementsprechend weist der elektrokorrosionsbeständige, konische Wälzlageraufbau eine günstige Maßgenauigkeit sowie eine Rotationsgenauigkeit auf, und eine elektrische Isolierungsleistung kann hergestellt werden.
- [0031] Ein Verfahren zur Herstellung einer äußeren Laufrille für einen elektrokorrosionsbeständigen Lageraufbau entsprechend eines sechsten Aspektes der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung der äußeren Laufrille für den elektrokorrosionsbeständigen Lageraufbau. Diese Methode weist einen ersten Prozess zur Herstellung der äußeren Laufrille auf, welcher einen Schritt zur Bildung einer inneren peripheren Oberfläche in einem Laufring aufweist, und einen Schritt zur Definition einer Referenzoberfläche, die eine zylindrische Oberfläche ist, die mit einer äußeren peripheren Oberfläche auf einer inneren Peripherie konzentrisch ist; und einen zweiten Prozess des Schleifens gegenüberliegender Endflächen und der äußeren peripheren Oberfläche der äußeren Laufrille, die dem ersten Prozess unterworfen war, durch Benutzung einer Lehre bzw. Einspannvorrichtung, die mit der Referenzoberfläche in Eingriff treten kann.
- [0032] Entsprechend dieser Methode können die gegenüberliegenden Endflächen und die äußere periphere Oberfläche der äußeren Laufrille geschliffen werden, während die zu bearbeitende, äußere Laufrille mit der Referenzebene abgestützt wird, die durch die zylindrische Oberfläche beschrieben wird, die in einer inneren Peripherie der äußeren Laufrille in konzentrischer Beziehung mit der äußeren peripheren Oberfläche der äußeren Laufrille definiert ist. Jener Bereich der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht, der die Endflächen und die äußere periphere Oberfläche der äußeren Laufrille bedeckt, kann aus diesem Grund bis zu einer erforderlichen Schichtdicke geschliffen werden, und dementsprechend weist der elektrokorrosionsbeständige Lageraufbau eine günstige Maßgenauigkeit sowie eine Rotationsgenauigkeit auf und eine elektrische Isolierungsleistung kann hergestellt werden.
- [0033] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung werden deutlicher durch die folgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung in Verbindung mit den anliegenden Zeichnungen. Bei den anliegenden Zeichnungen bezeichnen identische Bezugszeichen identische Komponenten in den verschiedenen Ansichten, und
- [0034] Fig. 1 ist ein erläuterndes Diagramm, das einen Längsschnitt eines mit Keramik bespritzten Lagerrings zeigt, entsprechend eines ersten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, und eine davon vergrößerte konzeptionelle Ansicht eines Bereichs;
- [0035] Fig. 2 ist ein Längsschnitt des mit Keramik bespritzten Lagerrings entsprechend eines zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung;
- [0036] Fig. 3 ist ein Längsschnitt des mit Keramik bespritzten Lagerrings entsprechend eines dritten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung;
- [0037] Fig. 4 ist ein Längsschnitt der mit Keramik bespritzten Lagerrings entsprechend eines vierten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung;
- [0038] Fig. 5 ist eine teilweise Längsansicht, welche die Poren konzeptionell zeigt, die in dem mit Keramik bespritzten Lagerring vorliegen;
- [0039] Fig. 6A und 6B sind schematische Diagramme, die eine der Poren in dem mit Keramik bespritzten Lagerring vor beziehungsweise nach dem Abdichten zeigen;
- [0040] Fig. 7 ist ein schematisches Diagramm, das den Ablauf eines verwendeten Porenabdichtungsprozesses in der vorliegenden Erfindung zeigt;
- [0041] Fig. 8 ist eine schematische Längsansicht, die ein erhaltenes Ergebnis nach der Wiederabdichtung der Poren konzeptionell zeigt;
- [0042] Fig. 9 ist ein teilweiser Längsschnitt eines elektrokorrosionsbeständigen Wälzlageraufbaus entsprechend eines fünften bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung;
- [0043] Fig. 10 ist ein Längsschnitt eines Lagersystems, das die elektrokorrosionsbeständigen Wälzlageraufbauten verwendet;
- [0044] Fig. 11A ist ein teilweiser Längsschnitt, der bei vergrößertem Maßstab eine äußere Laufrille des elektrokorrosionsbeständigen Wälzlageraufbaus zeigt;
- [0045] Fig. 11B ist eine gleichartige Ansicht wie Fig. 11A, die eine äußere Laufrille des konventionellen Wälzlageraufbaus zeigt;
- [0046] Fig. 12 ist eine gleichartige Ansicht wie Fig. 11A, die ein sechstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;
- [0047] Fig. 13 ist ein teilweiser Längsschnitt von eines Lageraufbaus entsprechend eines siebten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung;
- [0048] Fig. 14 ist ein erläuterndes Diagramm, das den Ablauf eines Schleifprozesses zeigt, der auf die äußere Laufrille des elektrokorrosionsbeständigen Wälzlageraufbaus entsprechend eines achten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung angewendet wird;
- [0049] Fig. 15 ist eine Längsansicht des elektrokorrosionsbeständigen Wälzlageraufbaus entsprechend einem achten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- [0050] Fig. 16 ist ein teilweiser Längsschnitt, der bei vergrößertem Maßstab einen Bereich der äußeren Laufrille des elektrokorrosionsbeständigen Wälzlageraufbaus zeigt, die in Fig. 15 gezeigt wurde;
- [0051] Fig. 17 ist ein Längsschnitt der äußeren Laufrille des elektrokorrosionsbeständigen Wälzlageraufbaus entsprechend eines neunten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung;
- [0052] Fig. 18 ist ein erläuterndes Diagramm, das den Ablauf des Schleifprozesses zeigt, der in der äußeren Laufrille des elektrokorrosionsbeständigen Wälzlageraufbaus angewendet wird, die in Fig. 17 gezeigt wurde;
- [0053] Fig. 19 ist ein Längsschnitt, der die äußere Laufrille des elektrokorrosionsbeständigen Wälzlageraufbaus ent-

sprechend eines zehnten bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0054]** Fig. 20 ist ein Längsschnitt eines selbstausrichtenden Wälzlageraufbaus, der ein Beispiel des elektrokorrosionsbeständigen Wälzlageraufbaus ist;

**[0055]** Fig. 21 ist ein Längsschnitt eines selbstausrichtenden Kugellageraufbaus, der ein Beispiel des elektrokorrosionsbeständigen Wälzlageraufbaus ist;

**[0056]** Fig. 22 ist ein teilweiser Längsschnitt des elektrokorrosionsbeständigen Wälzlageraufbaus entsprechend eines elften bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung; und

**[0057]** Fig. 23A und 23B sind teilweise Längsschnitte einer äußeren Laufrille eines aus dem im Stand der Technik bekannten Wälzlageraufbaus.

**[0058]** Ein erstes und zweites Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird zuerst mit Bezug auf die anliegenden Zeichnungen beschrieben.

**[0059]** Wie in Fig. 1 gezeigt, enthält ein mit Keramik bespritzter Lagerring 1, wie drin gezeigt, eine mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3, die durch die Benutzung eines thermischen Spritzverfahrens auf einer Oberfläche eines Lagerringelements 2 gebildet ist, das aus Stahl hergestellt wurde. Wie konzeptionell in einem Kreis bei einem vergrößerten Maßstab im oberen rechten Bereich der Zeichnung gezeigt wird, umschließt dieser Kreis einen Bereich der mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3, gezeigt durch A, Poren 4 in der mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3, die durch feinverteilte anorganische Partikel abgedichtet sind. Der dargestellte Lagerring 1 dient zum Beispiel als äußere Laufrille eines Wälzlageraufbaus.

**[0060]** Obwohl in dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel der Lagerring 1 als eine äußere Laufrille (Lauf- bzw. Lagerring) eines zylindrischen Wälzlageraufbaus gezeigt worden ist, kann die vorliegende Erfindung ebenso auf die äußere Laufrille eines Rillenkugellageraufbaus, wie in Fig. 3 gezeigt, angewendet werden. Der Lagerring 1 braucht nicht immer von der äußeren Laufrille begrenzt sein, sondern könnte eine innere Laufrille (Lauf- bzw. Lagerring) des zylindrischen Wälzlageraufbaus oder des Rillenkugellageraufbaus sein, wie in Fig. 2 oder 4 gezeigt. Wo der Lagerring 1 die äußere Laufrille bildet, ist die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 abgelagert worden, um den gesamten äußeren Oberflächenbereich der äußeren Laufrille einschließlich gegenüberliegender Endflächen und eine äußere periphere Oberfläche davon zu bedecken, während, wo der Lagerring 1 die innere Laufrille bildet, wird die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 abgelagert, um den gesamten inneren Oberflächenbereich der inneren Laufrille einschließlich gegenüberliegender Endflächen und eine innere periphere Oberfläche davon zu bedecken. Wenn der Lagerring 1, der die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 aufweist, zusammen mit der inneren Laufrille oder der äußeren Laufrille sowie Wälzelementen kombiniert wird, kann ein elektrokorrosionsbeständiger Wälzlageraufbau entstehen.

**[0061]** Ein Abdichtungsprozess zur Abdichtung von Poren in der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3 wird nun beschrieben. Wie konzeptionell in Fig. 5 gezeigt ist, hat die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3, die auf einer Oberfläche eines Werkstücks 2A durch die Benutzung eines thermischen Spritzverfahrens gebildet wurde, eine Vielzahl von Poren 4, die zwischen gespritzten pulverigen Partikeln 6 gebildet werden, die unzureichend geschmolzen worden sind. Das gezeigte Werkstück 2A repräsentiert das Lagerringelement 2, das in Fig. 1 gezeigt ist. Wie in Fig. 6A gezeigt, können einige der Poren 4 sich vollständig über die Dicke der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3 ausdehnen sowie mit entsprechenden Oberflächenbereichen des Werkstücks 2A, infolgedessen mit der Atmosphäre, in Kontakt stehen.

**[0062]** Eine Mischung eines hochflüchtigen organischen Lösungsmittels wie zum Beispiel Aceton, Ethanol, Alkohol oder dergleichen mit einem feinverteilten Pulver von anorganischem Material, wie zum Beispiel Kieselerde oder Keramik, etwa Aluminiumoxid oder dergleichen, wird in die Poren 4 imprägniert, wie in Fig. 7(A) gezeigt, und danach wird das Werkstück 2A ruhen gelassen oder erwärmt, um das organische Lösungsmittel zu verflüchtigen, wie in Fig. 7(B) gezeigt ist, so dass nur die feinverteilten anorganischen Partikel 5, aufgefüllt in den Poren 4, erhalten bleiben.

**[0063]** In der Folge können, da die Poren 4 mit dem feinverteilten anorganischen Partikel 5 aufgefüllt worden sind, wie in Fig. 6B gezeigt, die Poren 4 im wesentlichen vollständig abgedichtet werden. Dementsprechend kann elektrisch leitendes Material, das in die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 eindringen würde, wie etwa gasförmige oder flüssige elektrisch leitende Materialien, z. B. eine Dampfkompone und/oder eine Feuchtigkeitskomponente aus der Atmosphäre, vorteilhaft abgeschirmt werden, um eine geeignete elektrische Isolierungsleistung sicherzustellen.

**[0064]** Das anorganische Material wird im Allgemeinen nicht physikalisch durch Veränderung in Umgebungsbedingungen wie Temperatur und/oder relativer Luftfeuchtigkeit beeinflusst und würde deshalb, falls es in der Form eines Pulvers 5 benutzt wird, der Unterschied in elektrischer Isolierungsleistung, welcher durch Materialaspekte beeinflusst wird, außer Betracht gelassen. Auch während eines Imprägnierungsschrittes des Abdichtungsprozesses kann ein Phänomen eingesetzt werden, in welche kapillare Wirkung angewendet wird, um es der Mischung der organischen Lösungsmittel mit dem feinverteilten anorganischen Partikel zu erlauben, die Pore 4 unter der Atmosphärenbedingung zu imprägnieren. Dementsprechend kann, im Vergleich zu der Benutzung einer atmosphärischen Imprägnierungsvorrichtung, eine Imprägnierung mit der Mischung mit einem vereinfachten Prozess erreicht werden, und aus diesem Grund kann die Anzahl der Dinge, die während des Prozesses gesteuert werden, zum Beispiel die Konzentration der Mischung, die Prozesstemperatur und dergleichen andere, vorteilhaft reduziert werden, mit der Konsequenz, dass jede Variation des Prozesses selbst unterdrückt werden kann. Außerdem kann, da es ein vereinfachter Prozess ist, der notwendige Aufwand durch Durchführen des die Prozess ebenfalls reduziert werden.

**[0065]** Folglich ist es möglich, da das Material zur Abdichtung der Poren 4 in der Form von feinverteilten anorganischen Partikel aus Keramik oder dergleichen vorliegt, jede Variation des Materials selbst kontrolliert zu unterdrücken, und der verwendete Prozess von einer Art ist, der es erlaubt unter normalen Atmosphärenbedingungen durchgeführt zu werden, zur Reduktion von Faktoren beizutragen, die sonst zu mechanischen Fehlern in der Bearbeitungsvorrichtung und zu erhöhtem Bearbeitungsaufwand führen würden.

**[0066]** Ein experimentelles Beispiel wird nun beschrieben.

**[0067]** Unter Benutzung einer äußeren Laufrille eines zylindrischen Wälzlageraufbaus, gezeigt in Fig. 1, und einer äußeren Laufrille eines Rillenkugellageraufbaus nach Fig. 3 für den Lagerring 1, wird eine mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3, die auf einer äußeren Peripherie von jeder der äußeren Laufrillen, wie in den Fig. 1 und 3 gezeigt, durch

Mittel eines thermischen Spritzverfahrens gebildet. Diese äußeren Laufrillen weisen passend eine mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 auf, die danach dem Abdichtungsprozess unterworfen wird. Besonders während dieses Abdichtungsprozesses wird eine Lösung, die eine Mischung eines organischen Lösungsmittels und ein feinverteiltes Pulver von Aluminiumoxid enthält, imprägniert, und das organische Lösungsmittel wird verflüchtigt, wie unter Bezugnahme auf das vorhergehende Ausführungsbeispiel beschrieben. Die feinverteilten Aluminiumoxidpartikel haben eine Partikelgröße von 0,05 bis 20 µm.

[0068] Als ein Ergebnis dieses Abdichtungsprozesses hat sich gezeigt, dass der Isolierungswiderstand gleich oder größer als 100 MΩ/500 V Last bei jeder dieser äußeren Laufrillen erhalten werden konnte.

[0069] Wo es gewünscht ist, dass die Isolationsleistung weiter zunimmt, ist das Verfahren, das nun beschrieben wird, anwendbar. Obwohl die Poren mit dem feinverteilten anorganischen Partikel 5 abgedichtet werden, bleiben feinere Poren zwischen den feinverteilten anorganischen Partikeln 5 übrig, die dann als Poren aufzufüllen sind. In diesem Fall kann, nachdem die Poren durch die Verwendung der Mischung des organischen Lösungsmittels mit der feinverteilten anorganischen Partikel abgedichtet worden sind, ein harziges Material (ein synthetischer Harz), das imstande ist, sich von einer flüssigen Phase zu einer festen (solid) Phase umzuwandeln, effektiv verwendet werden, um eine Abdichtung der Poren zu erreichen. Die Benutzung des synthetischen Harzes 7, um die feinverteilten anorganischen Partikel 5 innerhalb der Poren 4 zu verankern, während Zwischenräume zwischen den feinverteilten anorganischen Partikeln 5 gefüllt werden, ist wirksam, um die Porenabdichtung zu verbessern. Der sekundäre Abdichtungsprozess kann, während das harzige Material verwendet wird, auf das oben Bezug genommen wurde, zu einen zusätzlichen Vorteil führen, so dass die feinverteilten anorganischen Partikel 5, die während des primären Abdichtungsprozesses zum Auffüllen der Poren benutzt werden, nur noch schwer aus den Poren 4 herausgespült werden können.

[0070] Dementsprechend kann die elektrische Isolierungsleistung zunehmen.

[0071] Fig. 8 zeigt die Beschaffenheit womit, als Ergebnis des sekundären Abdichtungsprozesses, das synthetische Harz 7 die feinverteilten anorganischen Partikel 5 innerhalb jeder Pore 4 verankert, während Zwischenräume zwischen den feinverteilten anorganischen Partikeln 5 aufgefüllt werden. Es ist zu betonen, obwohl das synthetische Harz 7, wie hierin gezeigt, in die ganze Pore 4 eindringt, das synthetische Harz 7 nicht notwendigerweise in einen tiefen Bereich 4a von jeder angrenzenden Pore 4 des Lagerrings eindringen muss, aber es konnte in jede Pore 4 eindringen, in einem solchen Umfang, um einen offenen Bereich 4b von jeder entfernten Pore 4 aus dem Lagerringelement 2 abzudecken.

[0072] Während der vorhergehende Lagerring als ein Lagerring für und von verschiedenen Maschinen, Ausrüstungen und Bestandteile benutzt werden kann, könnte es eine äußere oder innere Laufrille eines Wälzlageraufbaus sein. In diesem Fall kann der elektrokorrosionsbeständige Lageraufbau, der eine exzellente elektrische Isolierungsleistung aufweist, hergestellt werden.

[0073] Nachstehend wird ein dritter Aspekt (Ausführungsbeispiel) der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die Fig. 9 bis 11A beschrieben.

[0074] Der darin gezeigte elektrokorrosionsbeständige Wälzlageraufbau 8 weist innere und äußere Laufrillen 9 und 10 auf, die innere und äußere Lagerringe bilden, wobei eine Mehrzahl von Wälzelementen 12 zwischen den inneren und äußeren Laufrillen 9 und 10 liegt, während sie an einem Käfig bzw. einer Aufnahme 11 befestigt sind. Die äußere Laufrille 10 weist auf seinem gesamten äußeren Oberflächenbereich eine Beschichtung 13 auf. Dieser Lageraufbau 8 ist in der Form eines konisch zulaufenden Wälzlageraufbaus, und infolgedessen hat die innere Laufrille 9 seine gegenüberliegenden Enden einstückig mit entsprechenden Rippen 9a und 9b gebildet, während die äußere Laufrille 10 ohne Rippe (Kragen, collar) ist. Die Wälzelemente 12 sind in der Form einer konisch zulaufenden Walze ausgebildet.

[0075] Die Beschichtung 13 an der äußeren Laufrille 10 bedeckt den gesamten äußeren Oberflächenbereich der äußeren Laufrille 10, einschließlich einer äußeren peripheren Oberfläche 10a und gegenüberliegenden Endflächen 10b und 10c. Wie bei vergrößertem Maßstab in Fig. 11A gezeigt, bildet ein Bereich 13a der Beschichtung 13, der auf der äußeren peripheren Oberfläche 10a der äußeren Laufrille 10 abgelagert ist, und ein anderer Bereich 13b der Beschichtung 13, der auf einer belastungsseitigen Endfläche 10b der äußeren Laufrille 10 abgelagert ist, eine dreischichtige Struktur, einschließlich einer metallischen Schicht 14, welche die innerste Schicht ist, einer mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 15, welche eine Zwischenschicht ist, und einer metallischen Schicht 16, welche die äußerste Schicht ist. Ein weiterer Bereich 13c der Beschichtung 13, der auf einer nichtbelastungsseitigen Endfläche 10c der äußeren Laufrille 10 abgelagert ist, besitzt eine Anzahl von Schichten, die um eine weniger als der Rest der Beschichtung 13 ist und eine doppelschichtige Struktur bildet, einschließlich einer metallischen Schicht 14 als innerste Schicht und einer mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 15 als äußerste Schicht. Mit anderen Worten kann eine metallische Schicht, die der metallischen äußeren Schicht 16 entspricht, aus den Bereichen 13a und 13c der Beschichtung 13 weggelassen werden, die auf der äußeren peripheren Oberfläche 10a und der nichtbelastungsseitigen Endfläche 10c abgelagert sind. Aufgrund der Struktur der konisch zulaufenden Lagerstruktur, ist eine der gegenüberliegenden Endflächen der äußeren Laufrille 10 der einen kleineren Durchmesser aufweisenden Seite als belastungsseitige Endfläche 10b definiert, wobei die andere der gegenüberliegenden Endflächen der äußeren Laufrille 10 auf einer einen großen Durchmesser aufweisenden Seite die nichtbelastungsseitige Endfläche 10c definiert.

[0076] Obwohl jeweilige Ecken, definiert zwischen der äußeren peripheren Oberfläche 10a der äußeren Laufrille 10 und den gegenüberliegenden Endflächen 10b und 10c abgeschrägt sind, könnte die abgeschrägte Ecke, definiert zwischen der äußeren peripheren Oberfläche 10a und der nichtbelastungsseitigen Endfläche 10c, entweder eine doppelschichtige Beschichtung, wie es der Fall mit dem Bereich 13c auf der belastungsseitigen Endfläche 10c ist, oder eine dreischichtige Beschichtung aufweisen, wie es im Fall der Bereichs 13a auf der äußeren peripheren Oberfläche 10a der äußeren Laufrille 10 ist.

[0077] Wo die Beschichtung 13 der dreischichtigen Struktur verwendet wird, bilden die metallischen Schichten 14 und 16 und die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 15 eine thermisch bespritzte Schicht. Die äußerste Metallschicht 16 könnte eine bearbeitete Oberfläche aufweisen. Mit anderen Worten, die metallische Schicht 16 ist thermisch, einschließlich einer Schleifzugabe, auf eine Dicke bespritzt und wird, nachdem es thermisch bespritzt wurde, bearbeitet oder geschliffen, um eine äußere diametrale Oberfläche einer erforderlichen Abmessung zu bilden.



[0078] Das thermische Spritzen ist ein Prozess zur Bildung einer Oberflächenschicht durch Schmelzen eines Materials (pulvrig oder stabförmig oder dergleichen), das bei einer ultrahohen Temperatur zum Spritzen verwendet wird; das Herausspritzen der Schmelze gegen das Werkstück bildet dadurch die Oberflächenschicht. Damit jedoch die Haftfähigkeit zunimmt, ist es wünschenswert, eine thermische Spritzvorrichtung von einer Art zu verwenden, die eine relativ hohe (ultrahohe) Strahlgeschwindigkeit sowie eine ultrahohe Temperatur erreichen kann, um auch geeignete Spritzbedingungen zu schaffen und zu verwenden.

[0079] Jede der metallischen Schichten 14 und 16 und die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 15 werden sämtlich in Form der thermisch bespritzten Schicht gebildet und enthalten darin die feinen Poren; und deshalb wird nach dem thermischen Spritzen der vorher erwähnte Abdichtungsprozess durchgeführt.

[0080] Ein Keramikmaterial, das für die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 15 verwendet werden kann, weist metallische Oxide auf wie zum Beispiel Aluminiumoxid ( $Al_2O_3$ ), graues Aluminiumoxid, Titanoxid ( $TiO_2$ ) oder Chromoxid ( $Cr_2O_3$ ), oder ein gemischtes Metalloxid, das eines von diesen als ein Basismaterial enthält.

[0081] Ein Material für jede der metallischen Schichten 14 und 16 enthält Al, Ni, Cr oder Fe oder ein gemischtes Material, das eine Mischung von diesem aufweist. Bevorzugt ist das Material für jede der metallischen Schichten 14 und 16 von einer Art, die relativ weich ist und eine Vicker-Härte Hv von nicht größer als 450 zeigt, besser nicht größer als 300, nach dem thermischen Spritzen. Jede der metallischen Schichten 14 und 16 ist ein nichtisolierendes Material und weist deshalb bevorzugt eine elektrische Leitfähigkeit auf.

[0082] Fig. 10 illustriert ein Lagersystem, dass zwei elektrokorrosionsbeständige Wälzlageraufbauten 8 verwendet, wobei jeder Aufbau 8 in Fig. 9 gezeigt ist. Die zwei elektrokorrosionsbeständigen Wälzlageraufbauten 8 sind innerhalb eines Gehäuses 17 in einer Weise mit ihrer hintersten Seite jeweils gegenüberstehend angeordnet, während die jeweiligen Rückseiten der Lageraufbauten 8, dass heißt die einen kleineren Durchmesser aufweisende Endfläche 10b der zugehörigen äußeren Laufrillen 10, in Abstützung mit den Rippen 17a gehalten werden, die auf der inneren peripheren Oberfläche des Gehäuses 17 gebildet sind. Die jeweiligen äußeren Laufrillen 10 der Lageraufbauten 8 sind pressgepasst an das Gehäuse 17 und sind infolgedessen an der inneren peripheren Oberfläche des Gehäuses 17 befestigt. Die jeweiligen inneren Laufrillen 9 der Lageraufbauten 8 sind fest oder lose auf einer äußeren peripheren Oberfläche einer Welle 18 angebracht. Die innere Laufrille 9 des rechtsseitigen Lageraufbaus 8 ist, wie darin gezeigt, mit einem ringförmigen Absatz 18a einer Stufe 18a, die auf der Welle 18 gebildet ist, versehen, und die jeweiligen inneren Laufrillen 9 der Lageraufbauten 8 sind fest gegen den ringförmigen Absatz 18a mittels eines männlichen Schraubenelements befestigt, oder mittels eines Anschlagsrings (nicht gezeigt) mit einem inneren Laufrillen-Distanzstück 19, der zwischen der inneren Laufrille 9 und einem anderen inneren Laufrillen-Distanzstück 20 vorgesehen ist.

[0083] Da bei den elektrokorrosionsbeständigen Wälzlageraufbauten 8, gezeigt in Fig. 9, die Beschichtung 13 von dreischichtiger Struktur ist, mit metallischer Schicht 14, der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 15 und der metallischen Schicht 16, ist der Einfluss der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 15 zwischen der äußeren Laufrille 10 und dem Gehäuse 17 wirksam für eine Isolierung dazwischen, und eine elektrische Isolationseigenschaft kann sichergestellt werden zwischen dem Gehäuse 17 und der Welle 18, die innerhalb der inneren Laufrille 9 eingeführt. Die innerste metallische Schicht 14 dient dazu, die Haftfähigkeit der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 15 zu verbessern. Die äußerste metallische Schicht 16 dient, zu verhindern, dass die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 15 während einer Presspassung der äußeren Laufrille in dem Gehäuse 17 abblättert, wenn die äußere Laufrille 10 in das Gehäuse 17 unter Presssitzpassung (interference fit) eingefügt wird.

[0084] Ein Merkmal dieses Lageraufbaus 8 besteht darin, dass die Anzahl der Schichten der Beschichtung 13 in dem Bereich 13c auf der Nichtbelastungsseite einer Endfläche 10c der äußeren Laufrille 10 kleiner ist als im Bereich 13a der Beschichtung 13, der auf der äußeren peripheren Oberfläche 10a der äußeren Laufrille 10 abgelagert ist. Mit anderen Worten ist ein Bereich der bespritzten Schichten gegenüber der dreischichtigen Struktur der Beschichtung 13, wie in Fig. 11B gezeigt, reduziert. Dementsprechend kann der Spritzprozess entsprechend vereinfacht werden, und die Anzahl der Prozessschritte und die Bearbeitungszeit kann ebenfalls reduziert werden, was zu einer Reduktion des Aufwands führt. Da die Position, wo die Anzahl der bespritzten Schichten in diesem Bereich 13c reduziert ist, wo es die nichtbelastungsseitige Endfläche 10c der äußeren Laufrille 10 bedeckt, und ein Bereich der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 15 bedeckt als äußerste Schicht in diesem Bereich 13c verwendet wird, besteht kein Problem mit ungenügender Stärke der Beschichtung 13 während der Benutzung des Lageraufbaus 8 und/oder dessen Montage, und eine ausreichende elektrische Isolationseigenschaft kann sichergestellt werden. Unter Vermeidung jeglicher möglicher Reduktion in Funktionalität der Beschichtung 13, kann folglich der Aufwand als Resultat der Reduktion der bespritzten Schichten reduziert werden.

[0085] Auch im Fall des konischen Wälzlageraufbaus ist, da die Kühlung während des Spritzprozesses, wie oben beschreiben, verwendet wird, der Bereich 13c der Beschichtung 13 an der einen großen Durchmesser aufweisenden Endfläche 10c der Gefahr von Bildung von Graten während des Spritzprozesses ausgesetzt. Da jedoch aufgrund dieses bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung die Anzahl der Schichten der Beschichtung 13 an der einen großen Durchmesser aufweisenden Endfläche 10c reduziert ist, wie oben im Detail diskutiert, können Grate kaum entstehen.

[0086] Nachstehend werden die Resultate von Experimenten beschrieben. Da ein Bereich der bespritzten Schichten eliminiert ist, wurde eine Reihe von Tests durchgeführt, um die Anwesenheit oder Abwesenheit von Rissen nach einem Fall auf einen Boden zu bestimmen, und auch um zu bestimmen, ob der Isolierungswiderstand verringert wurde. Musterbeispiele bildeten die äußere Laufrille 10, die in Verbindung mit dem Ausführungsbeispiel bezogen auf Fig. 11A beschrieben worden ist, und die Beschichtung 13 der äußeren Laufrille 10, die dreischichtige Struktur, wie in Fig. 11B gezeigt, aufweist. Die Tests wurden durch Fallenlassen der Musterbeispiele auf eine Eisenplatte von einer Position 100 Millimeter hoch oberhalb der Eisenplatte durchgeführt, und eine Bestimmung der Anwesenheit oder Abwesenheit von Rissen in der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 15 wurde in jedem der Musterbeispiele sowie eine Messung des Isolierungswiderstands durchgeführt. Als Bereich von jedem der äußeren Laufrillen 10, der zuerst auf die Eisenplatte aufprallt, wenn ein Fallen von der Position 100 Millimeter hoch oberhalb der Eisenplatte durchgeführt wurde, wird die



abgeschrägte Ecke zwischen der äußeren peripheren Oberfläche 10a und der einen großen Durchmesser aufweisenden Endfläche 10c ausgewählt. Resultate dieser Tests werden in der in unteren Tabelle 1 gezeigt.

Tabelle 1

getestetes Lager	Messung des Isolierungswi- derstands				Erschei- nungsbild
	Vor dem Test		Nach dem Test		
	500V	1000V	500V	1000V	
Konisches Wälzlager aus der Erfindung	8	8	8	8	Schramme /Marke gefunden
Konventionelles koni- sches Wälzlager	8	8	8	8	Schramme /Marke gefunden

[0087] Die Resultate der Messung, die in Tabelle 1 gezeigt sind, zeigen klar, dass weder Risse noch eine Reduktion im Isolierungswiderstand gefunden wurde, als die äußeren Laufrillen auf die Eisenplatte fallen gelassen worden sind, folglich beweist dies, dass beide äußere Laufrillen in der Praxis verwendet werden können.

[0088] Es ist zur Kenntnis zu nehmen, dass, obwohl es in dem vorher beschriebenen Ausführungsbeispiel beschrieben worden ist, die Beschichtung 13 prinzipiell die dreischichtige Struktur aufweist, wobei ein Bereich 13a der Beschichtung 13A, der die äußere periphere Oberfläche 10a der äußeren Laufrille 10 bedeckt und ein anderer Bereich 13b der Beschichtung 13A, der die belastungsseitige Endfläche 10b der äußeren Laufrille 10 bedeckt, eine doppelschichtige Struktur aufweisen kann, die die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 15 verwendet als die innerste Schicht und die metallische Schicht 16 als die äußerste Schicht, wie in Fig. 12 gezeigt. In diesem Fall hat ein weiterer Bereich 13c der Beschichtung 13A, der die nichtbelastungsseitige Endfläche 10c der äußeren Laufrille 10 bedeckt, eine Anzahl der Schichten, die um eins weniger als an dem Bereich 13a ist, der die äußere periphere Oberfläche 10a der äußeren Laufrille 10 bedeckt, und folglich wurde nur die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 15 dort abgelagert.

[0089] Da ferner im Falle dieses Ausführungsbeispiels die bespritzte Schicht, die in direkt Kontakt mit der äußeren Laufrille 10 gehalten wird, die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 15 ist, sind Oberflächenbereiche 10a, 10b und 10c der äußeren Laufrille 10, wo die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 15 durch den thermische Spritzprozess gebildet wurde, bevorzugt durch Oberflächenbehandlung behandelt, um die Haftfähigkeit zu erhöhen. Diese Oberflächenbehandlung könnte mittels eines Sandstrahlverfahren zum Aufräumen der Oberflächenbereiche 10a, 10b und 10c der äußeren Laufrille 10 durchgeführt werden.

[0090] Wenn die Beschichtung 13 vorbereitet wird, um eine doppelschichtige Struktur wie oben beschreiben aufzuweisen, kann der Spritzprozess weiter vereinfacht werden. In diesem Fall kann, da der Bereich 13c der Beschichtung 13, der die nichtbelastungsseitige Endfläche 10c der äußeren Laufrille 10 bedeckt, eine einschichtige Struktur darstellt, erstellt durch die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 15, die Anzahl der Prozessschritte und die Bearbeitungszeit demnach weiter reduziert werden, was zu einer Reduktion im Aufwand führt. In dem Fall des konisch zulaufenden Wälzlageraufbaus wird, falls die einen großen Durchmesser aufweisende Endfläche, dass heißt die nichtbelastungsseitige Endfläche 10c der äußeren Laufrille 10, vorbereitet, um die einschichtige Struktur der bespritzten Schicht zu bilden, und es wird eine Bildung von Grat (burrs), welche andernfalls aus dem Kühlen während des thermischen Spritzens resultieren würde, wirksam verhindert.

[0091] Fig. 13 illustriert ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Der darin gezeigte elektrokorrosionsbeständige Wälzlageraufbau 8A ist von der Form eines zylindrischen Wälzlageraufbaus, wobei die innere Laufrille 9A ohne Rippe ist, die äußeren Laufrille 10A gegenüberliegende Enden aufweist, die mit jeweiligen Rippen gebildet werden, und die Walzelemente 12A liegen in der Form von zylindrischen Walzen vor.

[0092] Die Beschichtung 13A ist auf der äußeren Laufrillen 10A so gebildet, dass nicht nur die äußere periphere Oberfläche 10Aa der äußeren Laufrille 10A, sondern auch die gegenüberliegenden Endflächen 10Ac und 10Ac zu bedecken sind. Ein Bereich 13Aa der Beschichtung 13A, der die äußere periphere Oberfläche 10Aa der äußeren Laufrille 10A bedeckt, repräsentiert eine dreischichtige Struktur, die die innerste metallische Schicht 14, die äußerste metallische Schicht 16 und die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 15 zwischen den äußersten und innersten metallischen Schichten 14 und 16 liegend aufweist. Ein anderer Bereich 13Ac der Beschichtung 13A, die jede die nichtbelastungsseitige Endfläche 10Ac der äußeren Laufrille 10A bedeckt, bildet eine Schichtstruktur, in welchem die Anzahl der Schichten um eins weniger ist, als an dem Bereich 13Aa, der die äußere periphere Oberfläche 10Aa bedeckt und nur die innerste metallische Schicht 14 und die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 15 aufweist, die als äußerste Schicht dient. In dem Fall des zylindrischen Wälzlageraufbaus, bei den die rippenfreie innere Laufrille verwendet wird, dienen aufgrund seiner Struktur die gegenüberliegenden Endflächen 10Ac und 10Ac der äußeren Laufrille 10A als nichtbelastungsseitige Endflächen.

[0093] Wie oben beschrieben kann, sogar wenn die vorliegende Erfindung auf den zylindrischen Wälzlageraufbau angewendet wird, der Bereich 13Ac der Beschichtung der die nichtbelastungsseitige Endfläche 10Ac der äußeren Laufrille

10A bedeckt, mit der Anzahl der Schichten kleiner sein als die des Bereichs 13Aa der Beschichtung, der die äußere periphere Oberfläche 10Aa bedeckt, und kann deshalb eine exzellente elektrische Isolationseigenschaft aufweisen. Außerdem kann, um die Haftfähigkeit der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 15 auf dem Lagerring 10A und um die Verhinderung der Möglichkeit der mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 15 zur Abtrennung sicherzustellen, der Spritzprozess vereinfacht werden, und die Anzahl der Prozessschritte und die Bearbeitungszeit kann ebenfalls reduziert werden, was zu einer Reduktion des Aufwands führt.

[0094] Jeweilige Ausführungsbeispiele des vierten bis sechsten Aspektes der vorliegenden Erfindung werden nun mit besonderem Bezug auf die Fig. 14 bis 23 beschrieben.

[0095] Wie in Fig. 15 gezeigt, enthält der elektrokorrosionsbeständige Lageraufbau die Wälzelemente 12, die zwischen den inneren und äußeren Laufrillen 9 liegen und, wie in Fig. 16 gezeigt, eine Beschichtung 13, die über dem gesamten äußeren Oberflächenbereich der äußeren Laufrille 10, einschließlich der gegenüberliegenden Endflächen und der äußeren peripheren Oberfläche davon, gebildet wird, wobei die äußere Laufrille 10 an einem Lagergehäuse (nicht gezeigt) angebracht ist. Dieser Lageraufbau wird zur Unterstützung, zum Beispiel, eines Rotors des Haupttriebwerks (main power plant) eines Schienenfahrzeuges benutzt und ist in der Form eines konischen Wälzlageraufbaus einschließlich der äußeren Laufrille 10 mit konischem Laufring 10d, aufgebaut. Der Laufring 10d, der eine konisch zulaufende Oberfläche bildet, bildet eine Referenzebene für einen Schleifbetrieb der Beschichtung 13. Die Wälzelemente 12 sind innerhalb entsprechender Behälter, die durch eine Aufnahme oder einen Käfig 11 definiert sind, aufbewahrt. Material, aus dem jedes der inneren und äußeren Laufrillen 9 und 10 sowie die Wälzelemente 12 gebildet ist, ist Metall, wie lagertauglicher Stahl.

[0096] Die Beschichtung 13 ist von einer doppelschichtigen Struktur, einschließlich einer mit Keramik bespritzten Isolationsschicht, direkt thermisch für die äußere Laufrille 10 auf das Material gespritzt, und eine metallische Schicht ist thermisch aufgespritzt, um so die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht zu bedecken. Die äußere periphere Oberfläche 13g und die gegenüberliegenden Endflächen 13h und 13i sind, nachdem sie thermisch gespritzt wurden, auf eine geforderte Schichtdicke geschliffen worden. Anstelle der Benutzung der doppelschichtigen Struktur der Beschichtung 13 könnte eine dreischichtige Struktur verwendet werden, die in der Reihenfolge der Materialien für die äußere Laufrille 10, eine metallische Schicht, eine mit Keramik bespritzte Isolationsschicht und eine Metallschicht enthalten, oder eine einschichtige Struktur einschließlich der nur mit Keramik bespritzten Isolationsschicht könnte verwendet werden. Ungeachtet, ob die Beschichtung 13 von der einschichtigen Struktur oder von der mehrschichtigen Struktur ist, ist die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht im wesentlichen eine isolierende Schicht. Die äußerste metallische Schicht ist eine Schicht, die ein Verhindern einer Abtrennung während einer Presspassung in das Lagergehäuse vorsieht, wobei die innerste metallische Schicht als Schicht zur Vergrößerung der Haftfähigkeit der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht relativ zu dem Material der äußeren Laufrille 10 vorgesehen ist. Es ist zur Kenntnis zu nehmen, dass Fig. 16 den Fall zeigt, bei welchem die Beschichtung 13 von der einschichtigen Struktur nur die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht enthält.

[0097] Fig. 14 zeigt den Ablauf des Schleifens der äußeren Laufrille 10 des vorher beschriebenen Lageraufbaus. Insbesondere (A) bis (D) von Fig. 14 zeigen eine vorbereitende Phase des Schleifprozesses vor einer Beschichtung der einzigen, mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 auf der äußeren Laufrille 10, wobei (E) bis (G) von Fig. 14 eine finale Phase des Schleifprozesses nach der Beschichtung der einzigen mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3 zeigen, wobei während dieser Phase die isolierende Schicht 3 einem Schleifen unterworfen ist.

[0098] Während der Vorbereitungsphase des Prozesses wird beispielsweise durch Befestigen einer einen reduzierten Durchmesser aufweisenden Endfläche 10c der äußeren Laufrille 10 gegenüber eine Referenzfläche 21, wie in (A) von Fig. 14 gezeigt, die äußere Laufrille 10 auf der Referenzfläche 21, die die einen reduzierten Durchmesser aufweisenden Endfläche 10c als Referenzebene verwendet, abgestützt, und während die äußere Laufrille 10 in dieser Weise abgestützt wird, wird eine einen großen Durchmesser aufweisenden Endfläche 10b der äußeren Laufrille 10 durch einen rotierenden Schleifstein 22A geschliffen. Dann wird, wie in (B) gezeigt, die äußere Laufrille 10 auf der Referenzfläche 21 mit der einen großen Durchmesser aufweisenden Endfläche 10b als Referenzebene verwendet, abgestützt, und während die äußere Laufrille 10 in dieser Weise abgestützt wird, wird die einen reduzierten Durchmesser aufweisende Endfläche 10c der äußeren Laufrille 10 durch den rotierenden Schleifstein 22A geschliffen. Die gegenüberliegenden Endflächen 10b und 10c könnten gleichzeitig geschliffen werden. Nachdem die gegenüberliegenden Endflächen 10b und 10c geschliffen worden sind, wie in (C) gezeigt, wird die einen großen Durchmesser aufweisende Endfläche 10b der äußeren Laufrille 10 in ein Magnetspannfutter 23 eingespannt und zur selben Zeit wird die äußere periphere Oberfläche 10a der äußeren Laufrille 10 durch einen Beschlag (Schuh) 25 gehalten, und die äußere periphere Oberfläche 10a wird dann durch einen rotierenden Schleifstein 22B geschliffen. Die äußere periphere Oberfläche 10a könnte mittels eines spitzenlosen (unzentrierten) Schleifverfahren geschliffen werden.

[0099] Danach wird, wie in (D) gezeigt, während die äußeren Laufrille 10 mit der Endfläche 10b abgestützt wird und die äußere periphere Oberfläche 10a als Referenzebene benutzt wird, die äußere Laufrille 10 durch das Magnetspannfutter 23 so gedreht, dass der Laufring 10d der äußeren Laufrille 10, der eine konisch zulaufende Oberfläche bildet, durch einen rotierenden Schleifstein 22C geschliffen wird.

[0100] Während der finalen Phase des Schleifprozesses wird, nachdem die mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3 auf der äußeren Laufrille 10 gebildet wurde, wie in (E) von Fig. 14 gezeigt, eine kegelstumpfförmige unterstützende Einspannvorrichtung (auch als Lehre bezeichnet) 24, die eine konisch zulaufende äußere periphere Oberfläche mit einem Winkel bildet, der gleich dem konisch zulaufenden Winkel des Laufrings 10d der äußeren Laufrille 10 ist, auf der Referenzfläche 21 bereitstellt und der Laufring 10d der äußeren Laufrille 10 greift in die äußere periphere Oberfläche dieser unterstützenden Einspannvorrichtung 24 ein. Mit anderen Worten, die äußere Laufrille 10 wird durch die unterstützende Einspannvorrichtung 24 mit dem Laufring 10d der äußeren Laufrille 10 abgestützt, die als eine Referenzebene benutzt wird. Während die äußere Laufrille 10 durch die unterstützende Einspannvorrichtung 24 in dieser Weise abgestützt wird, wird ein Bereich der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3, der auf der einen großen Durchmesser aufweisenden Endfläche 10b der äußeren Laufrille 10 gelagert ist, durch einen rotierenden Schleifstein 22A abgeschliffen, bis die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 an dieser Endfläche eine vorbestimmte Schichtdicke erreicht. Dann ist die einen

großen Durchmesser aufweisende Endfläche 3h so geschliffen, dass sie in engem Kontakt mit der Referenzfläche 21 gehalten wird, wie in (F') gezeigt, so dass die äußere Laufrille 10 abgestützt werden kann auf der Referenzfläche 21 mit der einen großen Durchmesser aufweisenden, Endfläche 3h als Referenzebene. Während die äußere Laufrille 10 in dieser Weise abgestützt wird, wird ein anderer Bereich der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3, der auf der einen reduzierten Durchmesser aufweisenden Endfläche 3i abgelagert ist, durch den rotierenden Schleifstein 22A abgeschliffen, bis die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 an dieser Endfläche eine vorbestimmte Schichtdicke erreicht. Nachdem die gegenüberliegenden Endflächen 3h und 3i auf diese Weise geschliffen worden sind, wie in (G) gezeigt, wird die äußere Laufrille 10 durch die unterstützende Einspannvorrichtung 24 abgestützt, wobei der Laufring 10d als Referenzebene benutzt wird, so dass an dem Laufring 10d der äußeren Laufrille 10 die äußere periphere Oberfläche der abgeschnittenen, konisch unterstützenden Einspannvorrichtung (Lehre) 24 eingreifen kann, die an dem Magnetspannfutter 23 bereitgestellt wird. Ferner wird die äußere periphere Oberfläche 3g der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3 durch den Schuh 25 aufgenommen. Auf diese Weise wird, während die äußere Laufrille 10 mit dem Laufring 10d abgestützt wird und die äußere periphere Oberfläche 3g der äußeren Laufrille 10 als Referenzebene benutzt wird, das Magnetspannfutter 23 zur Rotation der äußeren Laufrille 10 angetrieben, so dass die äußere periphere Oberfläche 3g der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3 durch den rotierenden Schleifstein 22B auf eine vorbestimmte Schichtdicke geschliffen werden kann. Es ist zur Kenntnis zu nehmen, dass zu dieser Zeit die unterstützende Einspannvorrichtung 24 ein freies Ende hat, an welches eine Druckplatte 26 durch einen Bolzen 27 angreift, der wiederum die äußere Laufrille 10 auf eine einen großen Durchmesser aufweisende Seite der unterstützenden Einspannvorrichtung 24 presst, so dass der Laufring 10d der äußeren Laufrille 10 in engem Kontakt mit der äußeren peripheren Oberfläche der abstützenden, abgeschnitten-konischen Einspannvorrichtung 24 gehalten werden kann.

[0101] Wie oben beschrieben ist in dem Elektrokorrosion vorbeugendem Lageraufbau, da die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 auf der äußeren Laufrille 10 geschliffen ist, mit dem konisch zulaufenden Laufring 10d der äußeren Laufrille 10, die als die Referenzebene benutzt wird, jede mögliche Variation und Fehler der Schichtdicke der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3, die von der einen Endfläche zu der gegenüberliegenden Endflächen über die äußere periphere Oberfläche der äußeren Laufrille 10 abgelagert ist, unterdrückt, um die erforderliche Schichtdicke zu erreichen. Dementsprechend weist der elektrokorrosionsbeständige Lageraufbau eine bevorzugte Maßgenauigkeit sowie eine Rotationsgenauigkeit auf, und eine elektrische Isolationsleistung kann erhalten werden.

[0102] Fig. 17 zeigt einen Längsschnitt der äußeren Laufrille 10 des elektrokorrosionsbeständigen Lageraufbaus entsprechend eines weiteren Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung. Sogar dieser elektrokorrosionsbeständige Lageraufbau ist ein konisch zulaufender Wälzlageraufbau, wie in dem Fall des zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiels. Die Bereitstellung der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3 bedeckt als Beschichtung von einer Endfläche zu der gegenüberliegenden Endfläche über die äußere periphere Oberfläche der äußeren Laufrille 10, und die Struktur weist die innere Laufrille 9, das Walzelement 12 und den Käfig 11 auf, die ähnlich zu jenen in Verbindung mit den zuvor beschriebene Ausführungsbeispiel beschrieben sind, und dementsprechend, um der Kürze willen, nicht wiederholt werden.

[0103] Obwohl der Laufring 10d der äußeren Laufrille 10 eine konisch zulaufende Oberfläche bildet, wie in dem Fall des zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiels, wie zum Beispiel in Fig. 17 gezeigt, ist eine zylindrische Oberfläche 10e mit der gleichen Mittelachse O wie die äußere periphere Oberfläche der äußeren Laufrille 10 vor dem thermischem Spritzen der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3 gebildet, wobei die zylindrische Oberfläche 10e im Innern der der äußeren Laufrille 10 von dem einen reduzierenden Durchmesser aufweisenden Ende des Laufring 10d zu dessen innerer peripherer Oberfläche verlängert wird. Diese zylindrische Oberfläche 10e wird als Referenzebene verwendet, wenn die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 geschliffen wird, und weist eine axiale Länge von zum Beispiel nicht kleiner als 10 mm auf.

[0104] Fig. 18 zeigt den Ablauf des Schleifens der mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 auf der äußeren Laufrille 10 des Lageraufbaus, der in Fig. 17 gezeigt ist. Dieser Schleifprozess wird in der folgenden Weise durchgeführt. An der ersten Stelle, wie in (A) von Fig. 18 gezeigt, wird die äußere Laufrille 10 auf einer unterstützenden Einspannvorrichtung 24A (Lehre) abgestützt angebracht, auf einem Magnetspannfutter 23 mit der einen großen Durchmesser aufweisenden Endfläche 3h der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3, die gegen das Magnetspannfutter 23 gepresst wird. Die unterstützende Vorrichtung 24A, die in diesem Fall benutzt wird, ist von einer zylindrischen Form, die eine zylindrische äußere periphere Oberfläche aufweist und mit der zylindrischen Oberfläche 10e, die in dem Laufring 10d der äußeren Laufrille 10 gebildet ist, in Eingriff treten kann. Es ist zur Kenntnis zu nehmen, dass die unterstützende Vorrichtung 24A von einem Typ sein könnte, der eine Vielzahl von Elementen, umfänglich angeordnet, enthält. Während die äußere Laufrille 10 mit der einen großen Durchmesser aufweisenden Endfläche 3h der mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 abgestützt wird und die zylindrische Oberfläche 10e des Laufrings 10d der äußeren Laufrille 10 als entsprechende Referenzebene verwendet wird, wird die einen reduzierten Durchmesser aufweisende Endfläche 3i der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3 durch einen rotierenden Schleifstein 22A geschliffen, so dass bis die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 an dieser Endfläche eine vorbestimmte Schichtdicke erreichen kann. Nachträglich wird die einen reduzierenden Durchmesser aufweisende Endfläche 3i so geschliffen, dass sie in engem Kontakt mit einer Referenzfläche 21 gehalten wird, wie in (B) von Fig. 18 gezeigt, während die äußere Laufrille 10 auf der Referenzfläche 21 abgestützt wird, mit der einen reduzierenden Durchmesser aufweisenden Endfläche 3i als Referenzebene. Unter dieser Bedingung wird die einen großen Durchmesser aufweisende Endfläche 3h der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3 auf der äußeren Laufrille 10 durch den rotierenden Schleifstein 22A geschliffen, so dass die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 an dieser Endfläche eine vorbestimmte Schichtdicke erreichen kann. Nachdem die gegenüberliegenden Endflächen 3h und 3i geschliffen worden sind, ist nicht nur die äußere Laufrille 10 auf der unterstützenden Vorrichtung 24A abgestützt, mit der zylindrischen Oberfläche 10e des Laufrings 10d der äußeren Laufrille 10, angepasst an die unterstützende Einspannvorrichtung 24A, die auf dem Magnetspannfutter 23 vorgesehen ist, auch die äußere periphere Oberfläche 3g der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3 wird durch den Beschlag 25 gehalten, wie in (C) von Fig. 18 gezeigt. Auf diese Weise kann unter Benutzung der zylindrischen Oberfläche 10e des Laufrings 10d und der einen großen Durchmes-

ser aufweisenden Endfläche 3h und der äußeren peripheren Oberfläche 3g als entsprechende Referenzebenen, die äußere Laufrille 10 durch das Magnetspannfutter 23 und den Beschlag 25 abgestützt werden und, während bei dieser Bedingung das Magnetspannfutter 23 ungefähr um die Mittelachse O der äußeren Laufrille 10 rotiert, es wird die äußere periphere Oberfläche 3g der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3 durch einen rotierenden Schleifstein 22b geschliffen.

[0105] Folglich kann in diesem elektrokorrosionsbeständigen Lageraufbau, da die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 auf der Laufrille 10, bezogen auf die Referenzebene, die durch die zylindrische Oberfläche 10e definiert ist, die an dem einen reduzierenden Durchmesser aufweisenden Ende des konisch zulaufenden Laufrings 10d der äußeren Laufrille 10 gebildet worden ist, geschliffen wird, die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 so abgelagert werden, dass sie sich von der einen Endfläche zu der gegenüberliegenden Endfläche über die äußere periphere Oberfläche der äußeren Laufrille 10 erstreckt, und kann auf die erforderliche Schichtdicke geschliffen werden, und dementsprechend weist der elektrokorrosionsbeständige Lageraufbau eine günstige Maßgenauigkeit sowie eine Rotationsgenauigkeit auf, und eine elektrische Isolierungsleistung kann erhalten werden.

[0106] Fig. 19 zeigt einen Längsschnitt der äußeren Laufrille 10, der in dem elektrokorrosionsbeständigen Lageraufbau entsprechend eines weiteren Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Dieser darin gezeigte elektrokorrosionsbeständige Lageraufbau ist von einem Typ, worin, wie in dem Fall mit selbstausrichtendem Wälzlageraufbau, gezeigt in Fig. 20, und dem selbstausrichtenden Kugellageraufbau, gezeigt in Fig. 21, der Laufring 10d der äußeren Laufrille 10 keine zylindrische Oberfläche aufweist, aber ähnlich zu dem vorher beschriebenen Ausführungsbeispiel ist, indem die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 vorgesehen ist, um von der einen Endfläche zu der gegenüberliegenden Endfläche die äußere periphere Oberfläche der äußeren Laufrille 10 zu bedecken. Wie im Fall des Ausführungsbeispiels, gemäß Fig. 17, wird vor dem thermischen Spritzen der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3 eine zylindrische Oberfläche 10e, die eine Mittelachse O gleichachsig zu der äußeren peripheren Oberfläche der äußeren Laufrille 10 aufweist, an dem einen Endbereich des Laufrings 10d der äußeren Laufrille 10 gebildet. In diesem Fall wird sogar die zylindrische Oberfläche 10e als Referenzebene verwendet, wenn die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 geschliffen wird, und seine axiale Länge so eingestellt, dass sie zum Beispiel nicht kleiner als 10 mm ist.

[0107] Sogar in diesem Ausführungsbeispiel, gezeigt in Fig. 19, wie im Fall des Schleifprozesses in Verbindung mit dem vorherigen Ausführungsbeispiel in Fig. 18, wird die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 auf der äußeren Laufrille geschliffen. Da die zylindrische Oberfläche 10e, die an diesen Endbereichen des Laufrings 10d der äußeren Laufrille 10 gebildet ist, als die Referenzebene während eines Schleifens der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3 auf der äußeren Laufrille verwendet wird, wird die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 so aufgebracht, um den vollständigen äußeren Oberflächenbereich der äußeren Laufrille 10, einschließlich der gegenüberliegenden Endflächen und der äußeren periphere Oberfläche davon, abzudecken, und kann auf eine erforderliche Schichtdicke geschliffen werden. Dementsprechend weist der elektrokorrosionsbeständige Lageraufbau eine günstige Maßgenauigkeit, eine Rotationsgenauigkeit auf, und eine elektrische Isolierungsleistung kann erhalten werden.

[0108] Fig. 22 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel, in welchem die Referenzebene, die an dem Endbereich des Laufrings der äußeren Laufrille 10 definiert wurde, verwendet wird in der Form einer gestuften zylindrischen Oberfläche 10f, anstelle der zylindrischen Oberfläche 10e in dem vorher beschriebenen Ausführungsbeispiel. Besonders weist diese gestufte zylindrische Oberfläche 10f eine zylindrische Oberfläche auf, die einen einen großen Durchmesser aufweisenden Bereich auf der einen angrenzenden Seite der Endfläche der äußeren Laufrille 10 aufweist und auch einen kleinen Durchmesser aufweisenden Bereich innerhalb des einen großen Durchmesser aufweisenden Bereichs aufweist. Das Schleifen der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht 3 auf der äußeren Laufrille dieses elektrokorrosionsbeständigen Lageraufbaus wurde in einer ähnlichen Weise durchgeführt wie in Zusammenhang mit dem vorher beschriebenen Ausführungsbeispiel beschrieben wurde; während die äußere Laufrille 10 durch eine zylindrische unterstützende Einspannvorrichtung (Lehre) abgestützt wird, die eine zylindrische äußere Oberfläche aufweist, die gestuft an die gestufte zylindrische Oberfläche 10f angepasst wurde, dass heißt, komplementär gestaltet zu der gestuften zylindrischen Oberfläche 10f. Dementsprechend kann die mit Keramik bespritzte Isolationsschicht 3 vorteilhaft auf eine erforderliche Schichtdicke geschliffen werden und dementsprechend weist der elektrokorrosionsbeständige Lageraufbau eine günstige Maßgenauigkeit sowie eine Rotationsgenauigkeit auf, und eine elektrische Isolierungsleistung kann erhalten werden.

[0109] Es ist zur Kenntnis zu nehmen, dass der Grund für die gewählte Breite der zylindrischen Oberfläche 10e von nicht kleiner als 10 mm in dem vorhergehenden Ausführungsbeispielen, wie in den Fig. 17 bis 22 gezeigt, darin besteht, dass jede mögliche Neigung der äußeren peripheren Oberfläche 3g der isolierenden Schicht 3 relativ zu der longitudinalen Achse unterdrückt wird, welche andernfalls auftreten würde, wenn die äußere Laufrille 10 auf der unterstützenden Einspannvorrichtung 24a angebracht ist.

[0110] Obwohl die vorliegende Erfindung im Zusammenhang mit den bevorzugten Ausführungsbeispielen und unter Bezug auf die anliegenden Zeichnungen ausführlich beschrieben worden ist, so ist dies nur für den Zwecke der Illustration, und der einschlägige Fachmann wird erkennen, dass zahlreiche Änderungen und Modifikationen innerhalb des Erfindungsgedankens liegen. Dementsprechend gelten derartige Änderungen und Modifikationen, sofern sie nicht von dem in den Ansprüchen definiertem Schutzzumfang abweichen, als von der vorliegenden Offenbarung umfasst.

#### Patentansprüche

1. Mit einem Keramikmaterial mittels Spritzverfahren beschichteter Lagerring (1), der eine mit Keramik bespritzte Isolationsschicht (3) aufweist, die durch ein thermisches Spritzverfahren entsteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass Poren (4), die in der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht entstehen, durch ein feinverteiltes anorganisches Pulver (5) abgedichtet sind.
2. Lagerring nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das feinverteilte anorganische Pulver ein Pulver aus keramischem Material ist.
3. Lagerring nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kunstharz zwischen Partikeln des feinverteilten anorganischen Pulvers vorgesehen ist.

4. Lagerring nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Lagerring entweder ein äußerer Lagerring oder ein innerer Lagerring eines Wälzlageraufbaus ist.
5. Verfahren zum Abdichten einer mit Keramik bespritzten Isolationsschicht, die auf einer Oberfläche eines Werkstücks mittels eines thermischen Spritzverfahrens gebildet ist und die eine Vielzahl von Poren aufweist, mit den Schritten:
  - 5 Imprägnieren der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht mit einer flüssigen Mischung eines organischen Lösungsmittels und eines feinverteilten anorganischen Pulvers, so dass die flüssige Mischung in den Poren eindringen kann; und
  - 6 Ruhen lassen der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht oder Erwärmen der mit Keramik bespritzten Isolationsschicht, damit die organische Lösung sich verflüchtigt und Partikel des feinverteilten anorganischen Pulvers innerhalb der Poren verbleiben.
6. Verfahren zum Abdichten nach Anspruch 5, das einen weiteren Schritt des Imprägnierens eines Kunstharzes in die Poren aufweist, nachdem die Partikel des feinverteilten anorganischen Pulvers in den Poren verblieben sind.
7. Elektrokorrosionsbeständiger Wälzlageraufbau mit:
  - 15 einem Lagerring, der eine periphere Oberfläche aufweist, die in engem Kontakt mit einem Gehäuse oder einer Welle steht, wobei der Lagerring an den jeweils gegenüberliegenden Endflächen eine Belastungsseite und eine Nichtbelastungsseite aufweist;
  - 20 einer auf dem Lagerring gebildeten Beschichtung zum Bedecken der gegenüberliegenden Endflächen sowie dessen peripherer Oberfläche;
  - 25 wobei ein Bereich der Beschichtung, der die periphere Oberfläche des Lagerring bedeckt, als eine mehrschichtige Struktur ausgebildet ist, die eine mit Keramik bespritzte Isolationsschicht sowie eine metallische Schicht aufweist; und
  - ein anderer Bereich der Beschichtung, der die Nichtbelastungsseite des Lagerrings bedeckt, eine Anzahl von Schichten aufweist, die kleiner ist als die der mehrschichtigen Struktur mit der mit der Keramik bespritzten Isolationsschicht, die ganz außen liegt.
8. Elektrokorrosionsbeständiger Wälzlageraufbau nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine äußerste Schicht der Beschichtung, die eine äußere periphere Oberfläche des Lagerrings und die Endfläche auf der Belastungsseite davon bedeckt, durch eine Metallschicht realisiert ist.
9. Elektrokorrosionsbeständiger Wälzlageraufbau nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Lageraufbau ein konischer Wälzlageraufbau ist.
10. Elektrokorrosionsbeständiger Wälzlageraufbau, der eine äußere Laufrille aufweist, die an einem Lagergehäuse angebracht ist und eine äußere periphere Struktur und jeweils gegenüberliegende erste und zweite Endflächen aufweist, und eine Beschichtung, die auf der äußeren Laufrille gebildet ist, so dass sie von einer der ersten Endfläche zu einer zweiten Endfläche deren äußere periphere Oberfläche bedeckt, wobei die Beschichtung eine mit Keramik bespritzte Isolationsschicht aufweist, die durch ein thermisches Spritzverfahren und eine metallische Schicht gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Referenzebene zum Schleifen der äußeren peripheren Oberfläche sowie der ersten und zweiten Endfläche der äußeren Laufrille durch eine innere periphere Oberfläche der äußeren Laufrille definiert ist.
11. Elektrokorrosionsbeständiger Wälzlageraufbau nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrokorrosionsbeständige Wälzlageraufbau ein konischer Wälzlageraufbau ist, in dem die Referenzfläche durch eine konisch zulaufende Oberfläche definiert ist, die einen Laufring der äußeren Laufrille bestimmt.
12. Elektrokorrosionsbeständiger Wälzlageraufbau nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzfläche durch eine zylindrische Oberfläche definiert ist, die mit der äußeren peripheren Oberfläche der äußeren Laufrille konzentrisch ist.
13. Elektrokorrosionsbeständiger Wälzlageraufbau nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrokorrosionsbeständige Wälzlageraufbau ein konischer Wälzlageraufbau ist.
14. Elektrokorrosionsbeständiger Wälzlageraufbau nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrokorrosionsbeständige Wälzlageraufbau ein selbstausrichtender (self-aligning) Lageraufbau ist.
15. Verfahren zum Herstellen einer äußeren Laufrille für ein elektrokorrosionsbeständigen Wälzlageraufbau in der Form eines konischen Wälzlageraufbaus, wobei das Verfahren aufweist:
  - 50 einen ersten Prozess zur Herstellung der äußeren Laufrille, in dem die Schritte enthalten sind:  
Bilden einer inneren peripheren Oberfläche in einem Laufring, der eine konische Oberfläche aufweist;  
und  
Bilden einer Beschichtung, die eine mit Keramik bespritzte Isolationsschicht aufweist, die durch ein thermisches Spritzverfahren gebildet wird, und eine metallische Schicht, die die äußerste Laufrille von einer Endfläche zu der gegenüberliegenden Endfläche der äußeren Laufrille über eine äußere periphere Oberfläche derselben bedeckt; und
  - 55 einen zweiten Prozess des Schleifens der Endflächen und der äußeren peripheren Oberfläche der äußeren Laufrille, die dem ersten Prozess unterworfen ist, durch Einsatz einer in den Laufring eingreifenden Lehre oder Haltevorrichtung (jig), die eine konisch zulaufende Oberfläche bildet, wobei der Laufring als Referenzebene benutzt wird.
16. Verfahren zur Herstellung einer äußeren Laufrille für einen elektrokorrosionsbeständigen Wälzlageraufbau, mit:
  - 60 einem ersten Prozess zur Herstellung der äußeren Laufrille, in dem die Schritte enthalten sind:  
Bilden einer inneren peripheren Oberfläche in einem Laufring, sowie  
Definieren einer Referenzoberfläche, die eine zylindrische Oberfläche ist, die mit einer äußeren peripheren Oberfläche auf der inneren peripheren Oberfläche konzentrisch ist; sowie
  - 65 einen zweiten Prozess des Schleifens einander gegenüberliegender Endflächen sowie der äußeren peripheren Oberfläche der äußeren Laufrille, die dem ersten Prozess unterworfen war, durch Benutzung einer Lehre oder Haltevor-

# DE 101 61 820 A 1

richtung, die in die Referenzoberfläche eingreifen kann.

Hierzu 15 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -



Fig. 1

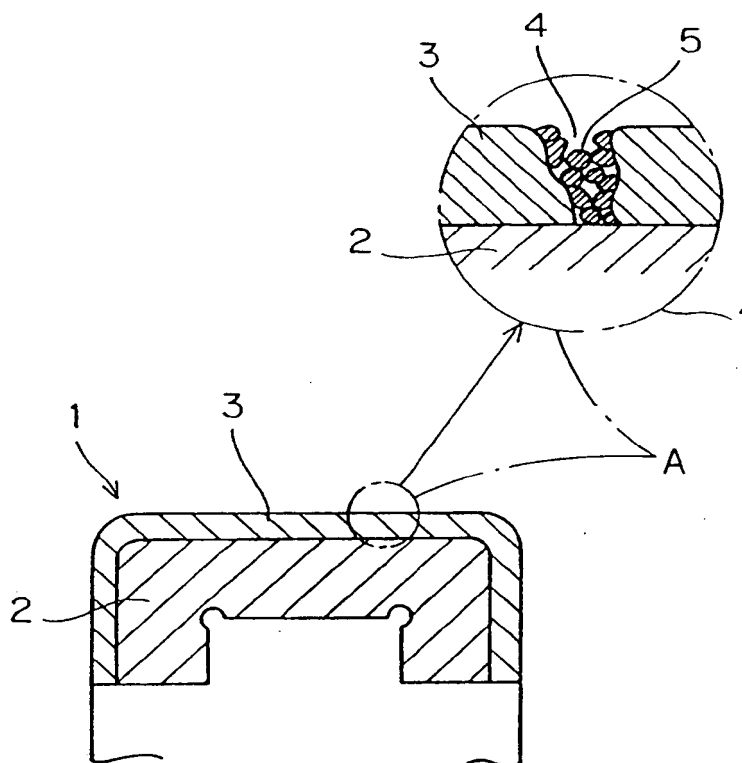


Fig. 2

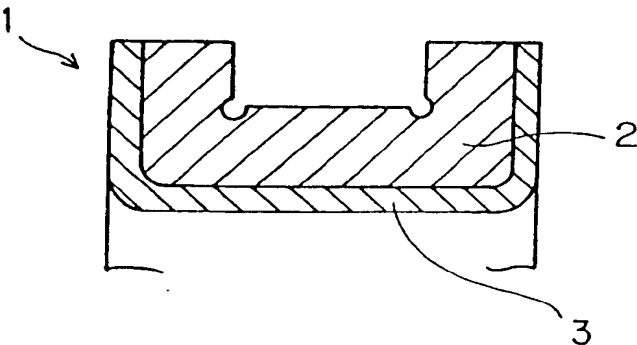


Fig. 3

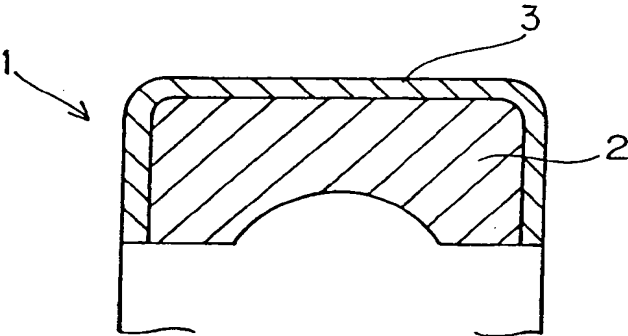


Fig. 4

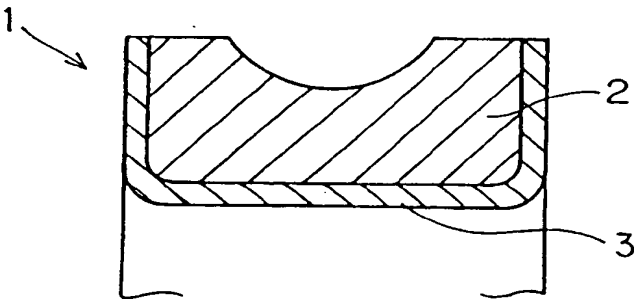


Fig. 5

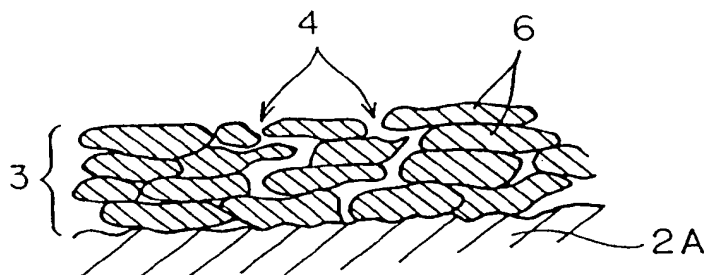


Fig. 6A

Fig. 6B

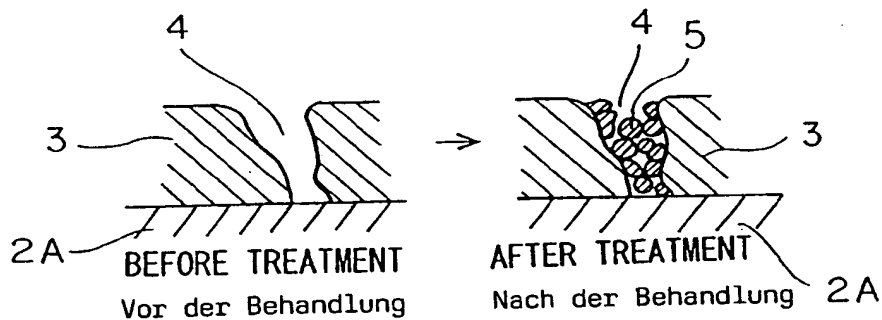


Fig. 7A

Fig. 7B

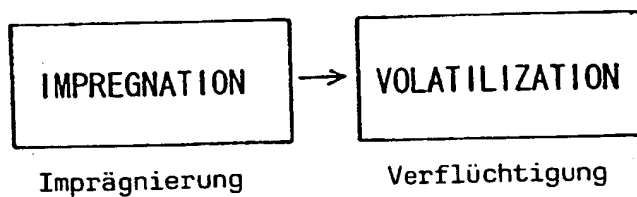


Fig. 8

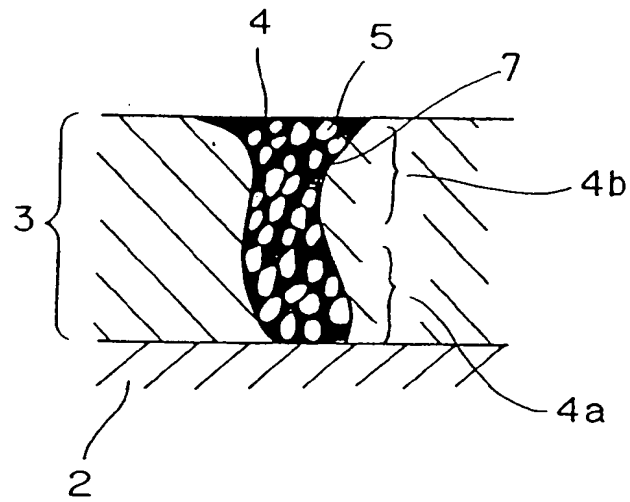


Fig. 9

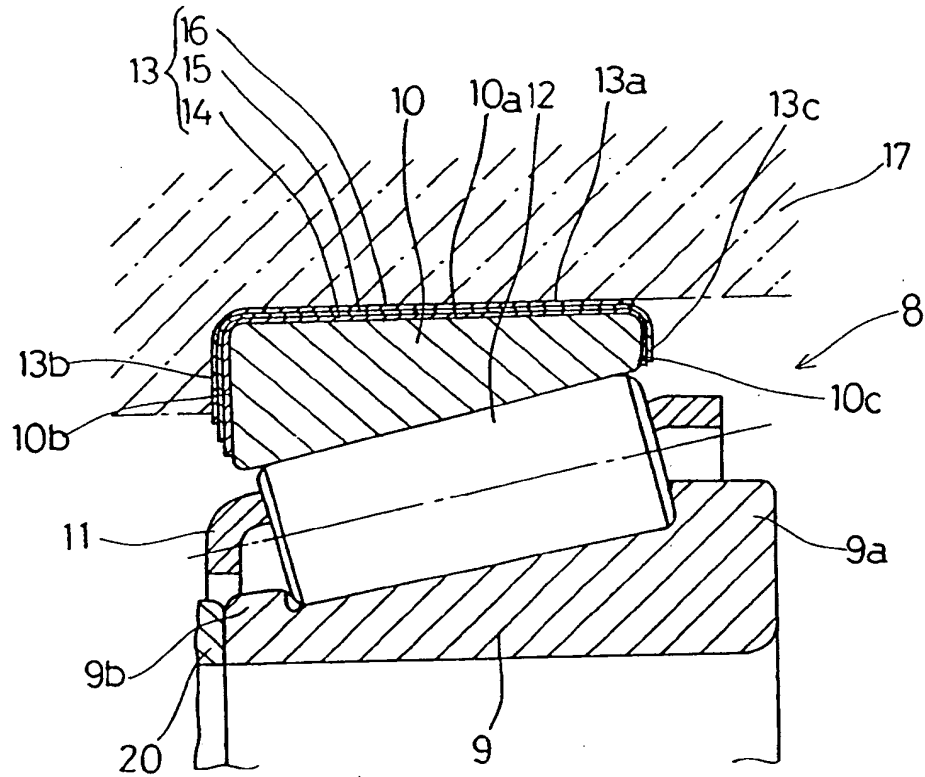


Fig. 10

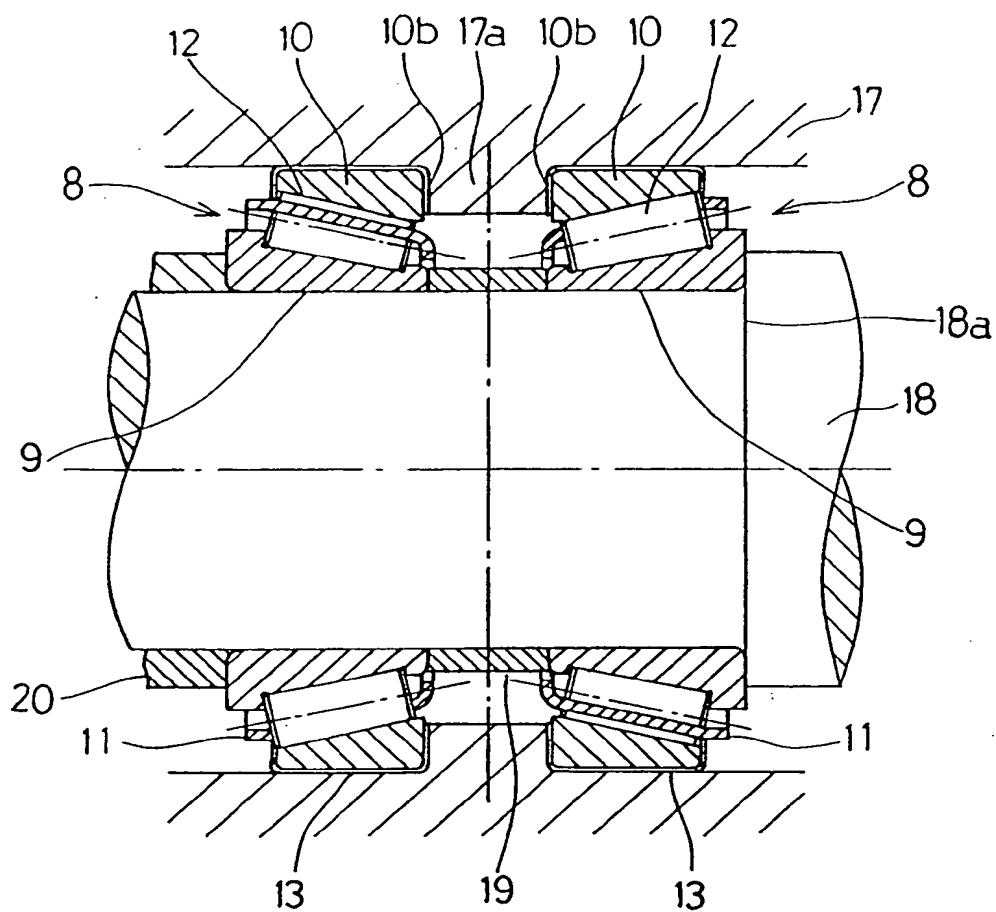


Fig. 11A

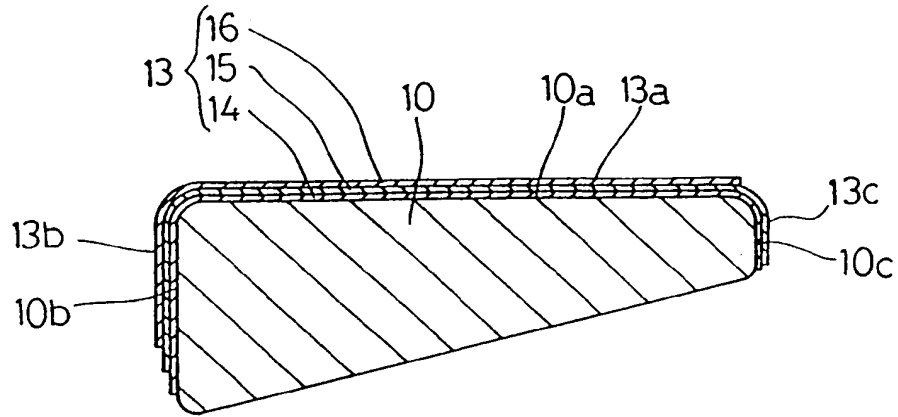


Fig. 11B

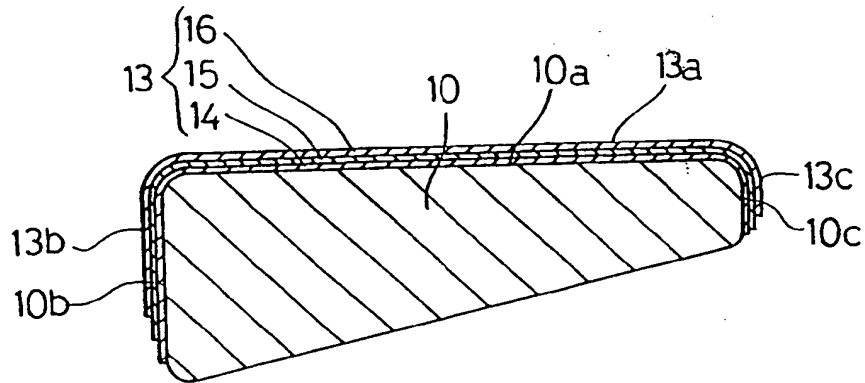




Fig. 12

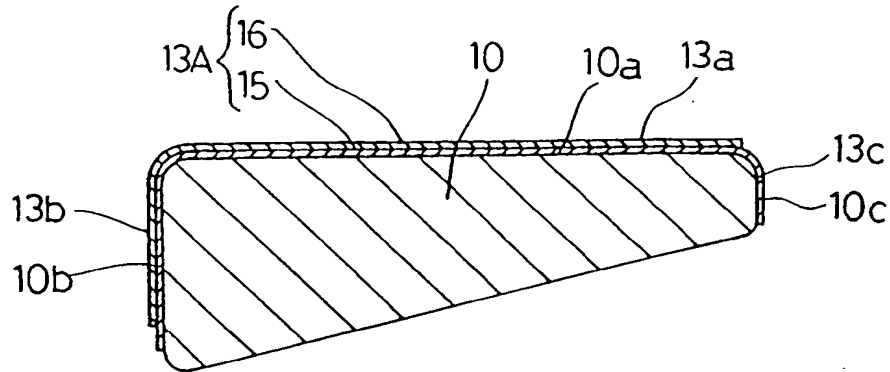
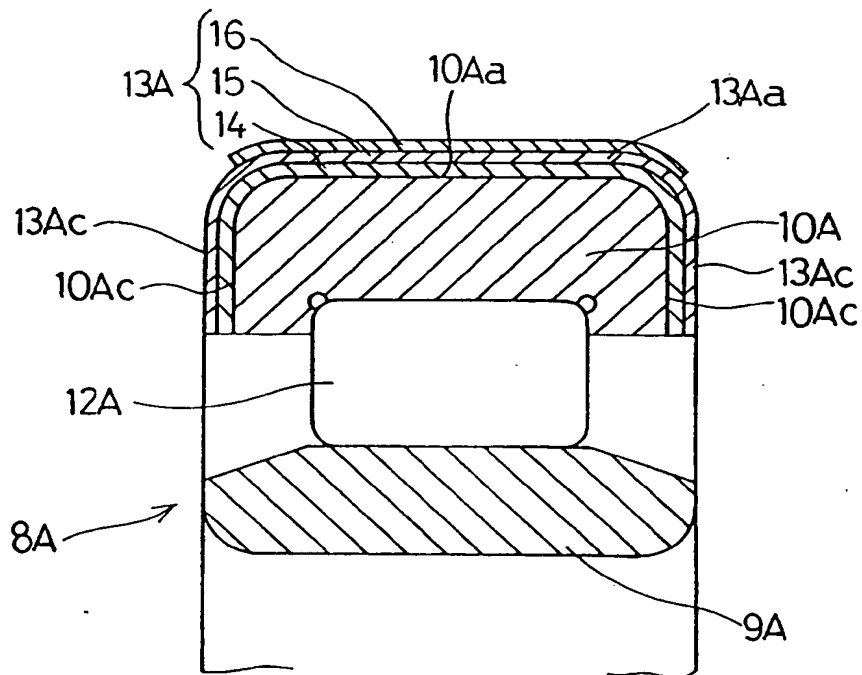


Fig. 13



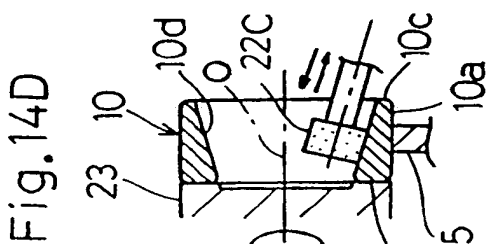


Fig. 14C

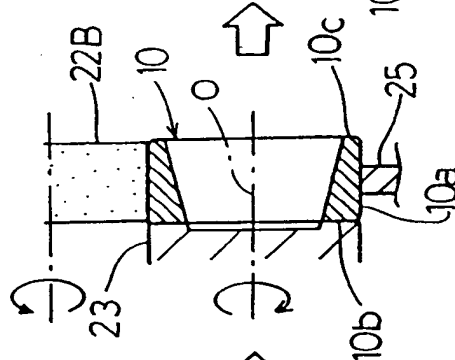


Fig. 14G

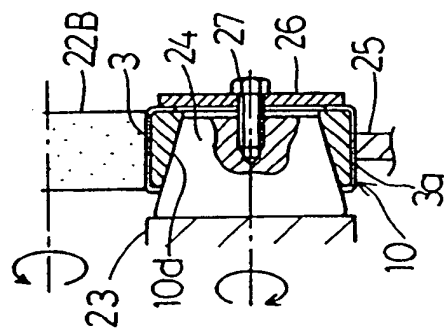


Fig. 14B

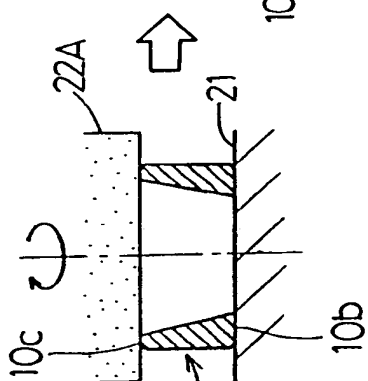


Fig. 14F

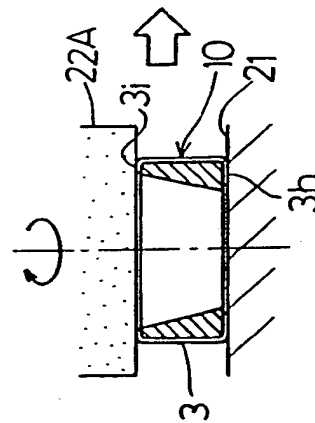


Fig. 14A

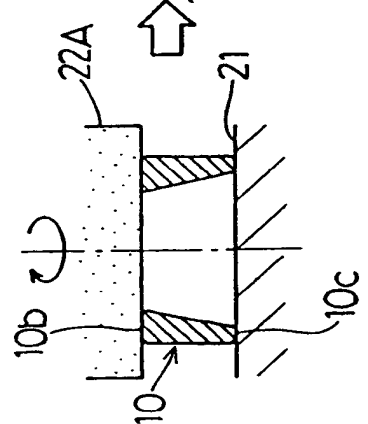


Fig. 14E

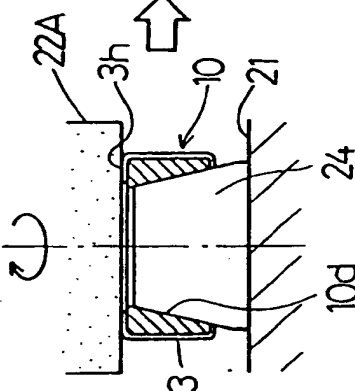


Fig. 15

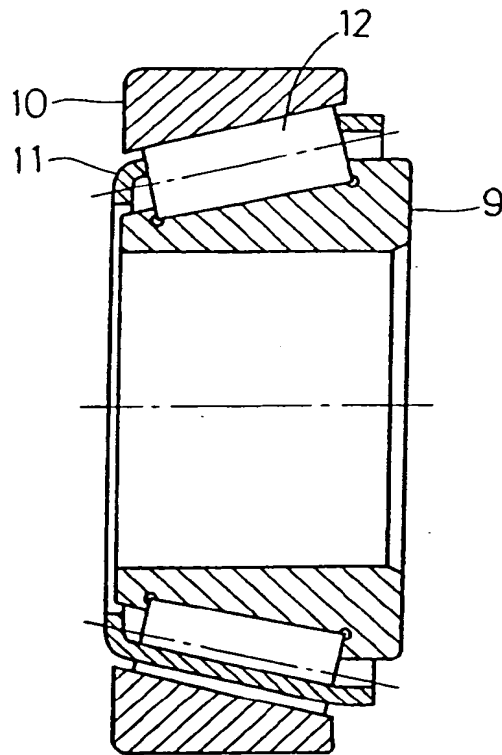


Fig. 16

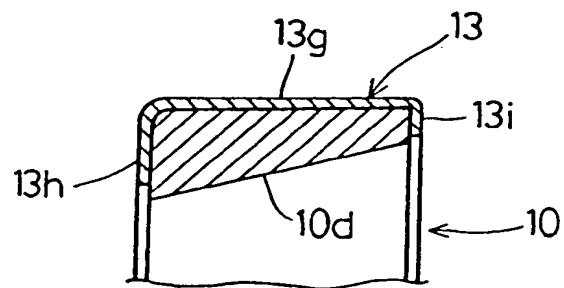


Fig. 17

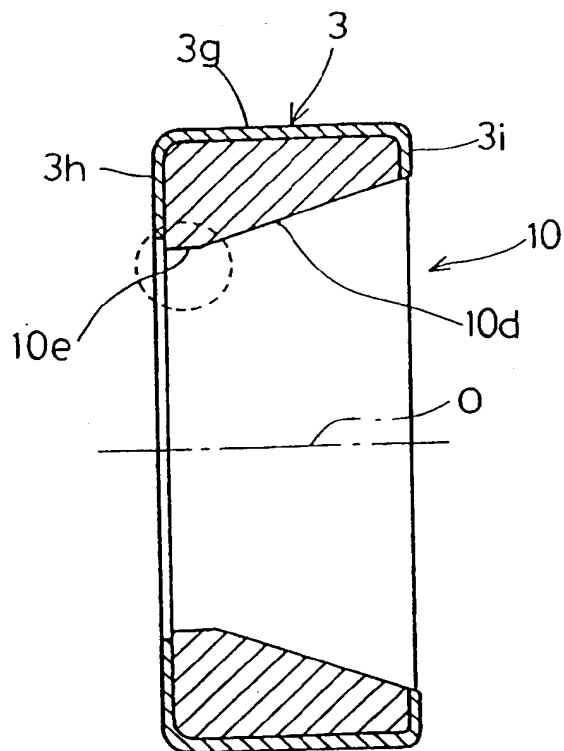


Fig. 18A

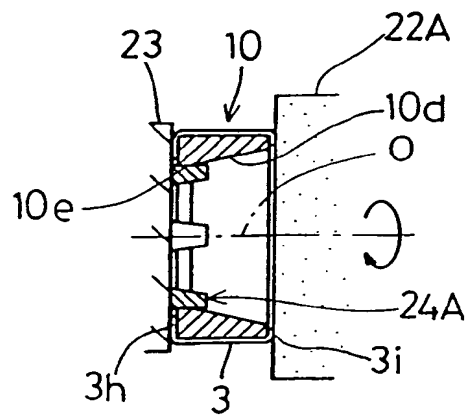


Fig. 18B

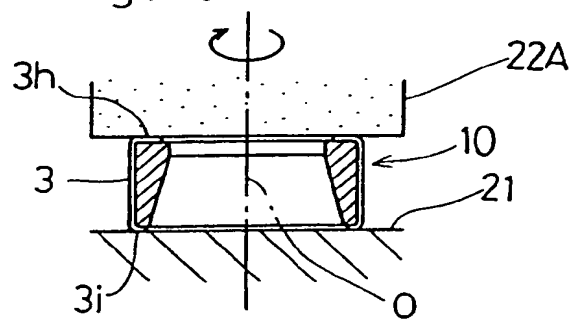


Fig. 18C

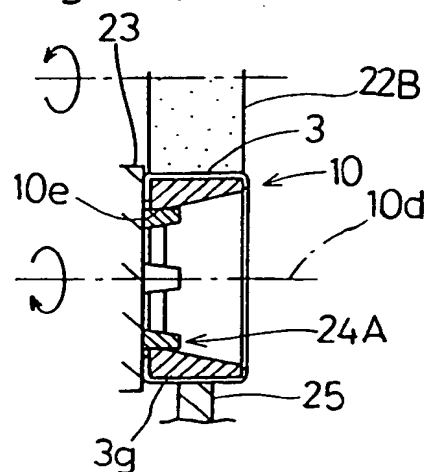


Fig. 19

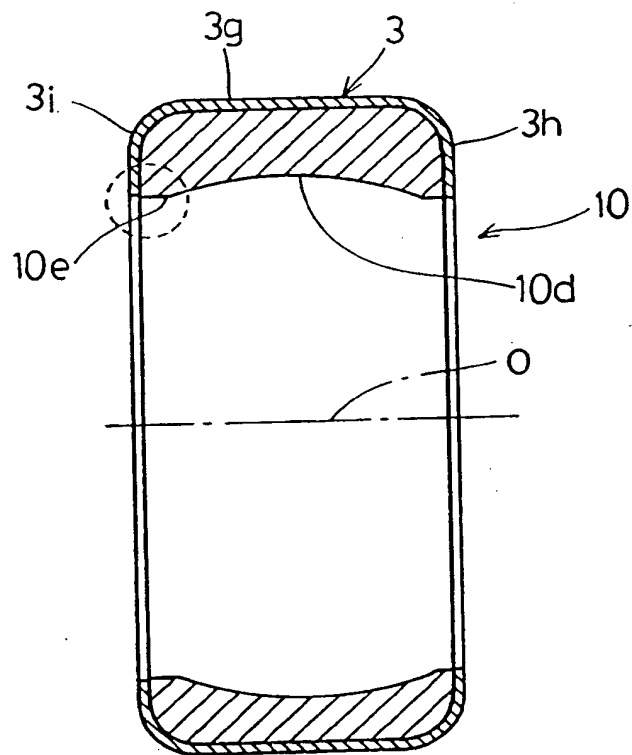


Fig. 20

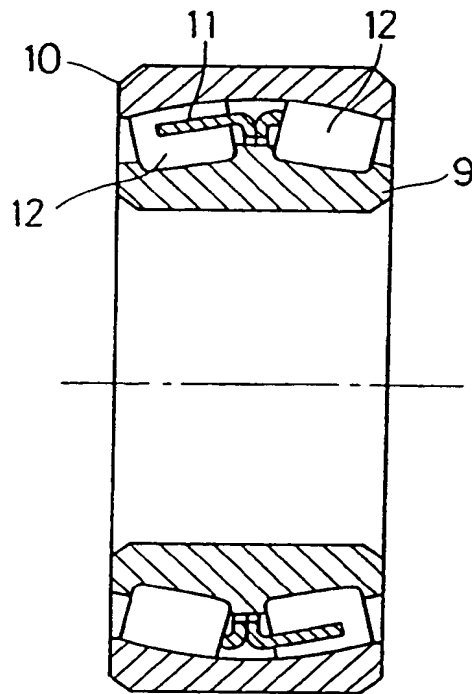


Fig. 21

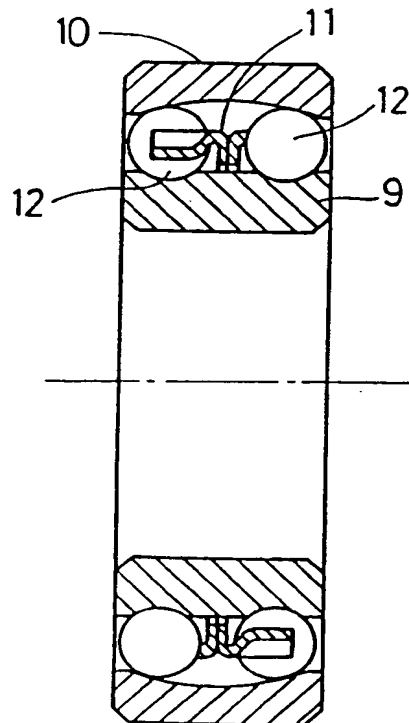




Fig. 22

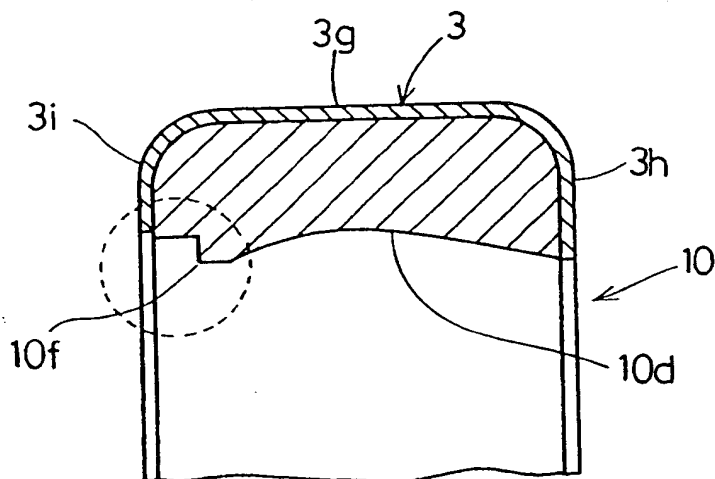


Fig. 23A

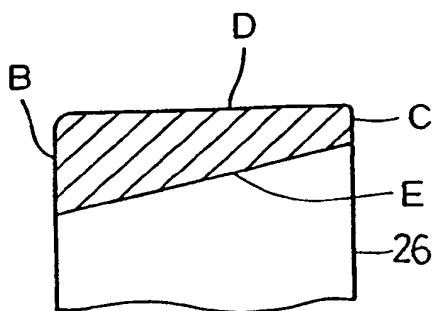


Fig. 23B

